

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

**Řízení jakosti procesu vstřikování při výrobě součástí**

***Quality Control of the Injection Process in the Manufacture  
of Plastic Component***

Diplomant:

**Bc. Caridad Montes**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Šárka Tichá, Ph.D.**

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra obrábění a montáže

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Caridad Montes**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie  
Specializace: 20 Strojírenská technologie  
Téma: **Řízení jakosti procesu vstřikování při výrobě součástí z plastů**  
**Quality Control of the Injection Process in the Manufacture of Plastic Components**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rozbor požadavků na proces vstřikování z pohledu zajištění požadované jakosti výrobků z plastů.
2. Proveďte rozbor stávajícího stavu řízení jakosti vstřikování s vymezením výhod a nevýhod.
3. Proveďte návrh opatření s cílem zajištění specifikované jakosti plastových součástí.
4. Proveďte praktické ověření navržených opatření včetně vyhodnocení.
5. Proveďte celkové zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] ZEMAN, L. *Vstřikování plastů: Úvod do vstřikování termoplastů*. Praha : BEN-technická literatura, 2009. 247 s. ISBN 978-80-7300-250-3.
- [2] ZEMAN, L. *Vstřikování plastů*. Praha : BEN-technická literatura, 2009. 248 s. ISBN 978-80-7300-250-3.
- [3] ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha : Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- [4] Firemní literatura.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Šárka Tichá, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014



Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrá, Ph.D.  
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 19. 5. 2014

.....  
Bc. Caridad Montes

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě: 19. 5. 2014

.....  
Bc.Caridad Montes

**Jméno a příjmení autora práce:** Caridad Montes

**Adresa trvalého pobytu autora práce:** Okružní 1068, Bohumín, 735 81

**ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Montes, C. *Řízení jakosti procesu vstřikování při výrobě součástí.*:Diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2014, 53 s. Vedoucí práce: Tichá, Š.

Diplomová práce se zabývá řízením jakosti procesu vstřikování při výrobě součástí v podniku Garsys s.r.o. Cílem je zlepšení kvality a jakosti finálních výrobků. Práce obsahuje popis vstřikovacího lisu a rozbor stávajícího řízení jakosti. Na základě poznatků a současného stavu výroby jsou navržena řešení směřující ke snížení výrobních nákladů a omezení počtu nežádoucích výlisků. Návrhy řešené jakosti finálních výlisků jsou aplikovány přímo na vstřikovacím lisu a na závěr je provedeno zhodnocení navržených řešení.

**ANNOTATION OF THE THESIS**

Montes, C. *Quality Control of the Injection Process in the Manufacture of Plastic Component*: Master theis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Technical faculty, Institute of Machining and Assembly, 2014. 53 p. Thesis head: Tichá, Š.

This thesis deals with the management of the quality of the injection process in the production of components in the enterprise Garsys s.r.o. The aim is to improve the quality and the quality of final products. The work contains a description of the injection molding machine and analysis of existing quality management. Based on the findings and the current state of production are proposed solutions to reduce production costs and reduce the number of unwanted parts. The quality of the final solution proposals moldings are applied directly to the injection molding machine and finally, an evaluation of the proposed solutions.

## Obsah:

<b>Seznam použitých symbolů a zkratk.....</b>	<b>6</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Rozbor požadavků na proces vstřikování z pohledu požadované jakosti .....</b>	<b>8</b>
1.1 Popis vstřikolisu.....	8
1.2 Sušení .....	11
1.3 Smrštění .....	12
1.4 Fáze ochlazování .....	13
1.5 Základní funkce šneku .....	14
1.6 Tryska a její funkce.....	15
1.7 Seřizování formy .....	17
1.8 Uzavírací jednotka .....	19
1.9 Základní vady výstřiku .....	20
1.10 Ochrana proti opotřebení .....	21
1.11 Druhy používaných termoplastů .....	22
1.12 Kontrolní panel vstřikovacího lisu .....	23
<b>2 Rozbor stávajícího řízení jakosti vstřikování.....</b>	<b>25</b>
2.1 Technologie současného stavu .....	25
2.2 Průběh výroby .....	26
2.3 Základní charakteristiky .....	26
2.4 Vymezení výhod a nevýhod.....	32
<b>3 Návrh opatření s cílem zajištění specifikované jakosti finálních výrobků.....</b>	<b>33</b>
3.1 Návrh opatření.....	33
3.2 Simulace odstranění vad .....	36
3.3 Návrh doporučení .....	39
<b>4 Praktické ověření navržených opatření včetně vyhodnocení.....</b>	<b>41</b>
4.1 Praktické ověření.....	41
<b>5 Celkové zhodnocení.....</b>	<b>47</b>
<b>6 Závěr .....</b>	<b>49</b>
<b>Použitá literatura .....</b>	<b>50</b>
<b>Poděkování .....</b>	<b>51</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>52</b>
<b>Seznam grafů.....</b>	<b>53</b>
<b>Přílohy .....</b>	<b>53</b>

## Seznam použitých symbolů a zkratk

Konst.	Konstanta
PP	Polypropylen
s.r.o.	Společnost s ručeným omezením
Ø	Průměr

## Úvod

I když finanční krize je fenoménem dnešní doby, i tak lze pro podniky zachovat konkurenceschopnost, zvyšování produktivity práce a snižování nákladů. Snižování výrobních nákladů je velmi často řešené téma a to i ve společnosti GARSYS s.r.o., která působí na českém trhu od roku 2000. Firma se zabývá výrobou a vývojem bazénů a jejich příslušenstvím jako jsou solární absorbery pro vyhřívání zahradních bazénů, zastřešení pro nadzemní i zapuštěné bazény, bazénové schůdky, protiproud pro zahradní bazény a další široký sortiment bazénového příslušenství a doplňků. Firma nabízí spolupráci v oblasti technologického zpracovávání plastů a kovovýroby. Tlak odběratelů na snižování cen je dost silný a konkurence z Číny není příliš dobrá. Pak je nutno přistoupit k úsporným opatřením, vedoucím ke zvýšení produktivity. Tradiční metody jednoduchého omezování výdajů nesou riziko zhoršení kvality a parametrů výrobku nebo omezování služeb pro zákazníky, což v důsledku může firmu významným způsobem poškodit. Zlepšení situace je možné pouze na základě určení problémových míst v předvýrobních a výrobních činnostech a jejich následném odstraňování. Spolehlivou cestou, jak řešit tyto náročné úkoly, je průběžná kontrola výrobního procesu.

Cílem diplomové práce bude vypracovat návrh na zlepšení jakosti finálního výrobku. Především se chci zaměřit na techniku vstřikovací výroby, která nám zpracovává výrobky. Zde chci využít svých praktických zkušeností a navrhnout opatření, které povedou ke snížení výrobních nákladů a hlavně sníží podíl nevhodné výroby

Tohoto cíle bude dosaženo, na základě splnění těchto úkolů. Kdy provedu rozbor požadavků na proces vstřikování z pohledu zajištění požadované jakosti výrobků. Vymežím výhody a nevýhody stávajícího stavu řízení jakosti vstřikování. Navrhnou opatření pro zajištění specifikované jakosti plastových součástí a praktická ověření, včetně vyhodnocení. Na závěr provedu celkové zhodnocení.

Nejprve popíši vstřikovací lis, pak přejdu k posouzení jakosti současného stavu vybraného finálního výrobku, budu specifikovat problém a navrhnou řešení problému, který povede ke zlepšení a hlavně ke snížení počtu neshodných finálních výlisků.



# 1. Rozbor požadavků na proces vstřikování z pohledu požadované jakosti

V této kapitole si popíšeme součásti vstřikovacího lisu a důležité parametry, které se musí při výrobě dodržovat. Řekneme si, jaké jsou důležité jakosti při výrobě. Na čem závisí kvalita výstřiku a jak dosáhneme požadované jakosti.

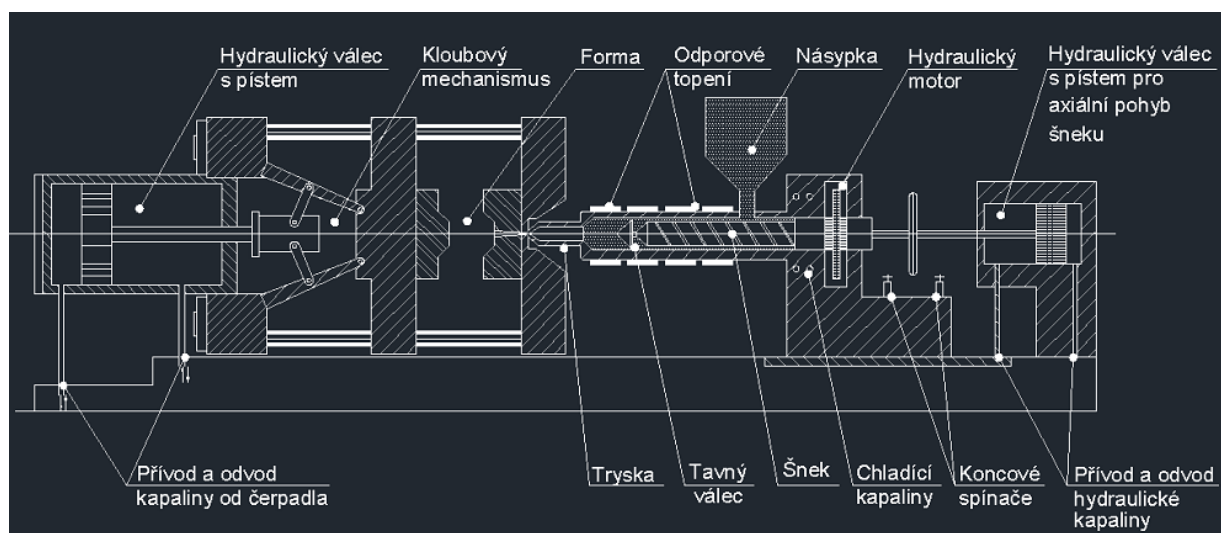
## 1.1 Popis vstřikovacího lisu

Tento vstřikovací lis (Obr. 1.1) slouží k výrobě výstřiků s definovanou hmotností dávky. Proces vstřikování začíná u násypky. Násypka je plněna materiálem. Materiál se posouvá a dávkuje do plastikačního válce, kde za působení teploty se materiál roztaví. Pomocí šneku se posouvá materiál v před až k trysce. Forma je v této fázi uzavřená. Šnek je v přední poloze, kde je pod tlakem. Tryska je připravená k výstřiku do formy, kde dochází k tzv. dotlačování materiálu. Nastává proces plnění formy. Až je forma naplněná, šnek ustoupí a vrátí se do zadní polohy. Forma se otevře a vyhodí výstřik do krabice.



Obr. 1.1 Vstřikovací stroj TEDERIC TRX 200. [9]

Schéma (Obr. 1.2) nám říká, jak celý systém vstřikovacího lisu funguje. Obrázky 1.3-1.5 nám ukazují jednotlivé cykly šnekového stroje. Je proto důležité znát jednotlivé části vstřikovacího lisu, z důvodu zjednodušení práce.



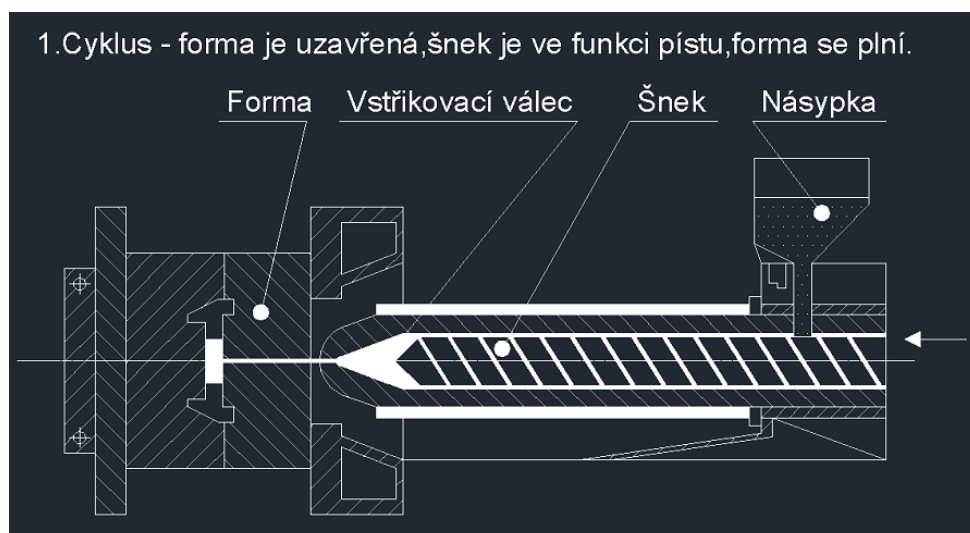
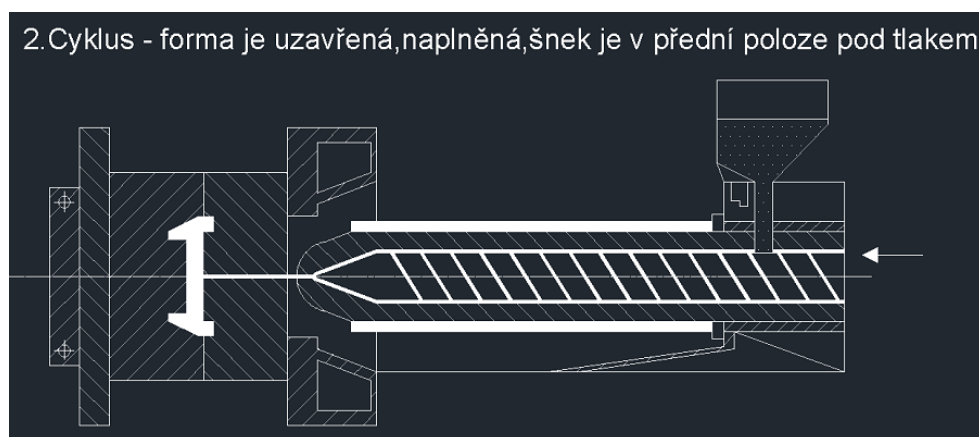
Obr. 1.2 Schéma šnekového vstřikovacího stroje s kloubovým uzávěrem. [3]

Jakost výstřiku, je při výrobě velmi důležitá a závisí na hodně faktorech. Jeden z faktorů je, že musíme zkontrolovat vstřikovací lis. Musí být připraven k výrobě, to znamená vyčištěn od prachu, doplněn kapalinou a připravena (upnutá) forma. Dalším krokem je kontrola materiálu (granulátu). Je nezbytné, abychom věděli, jaký druh materiálu sypeme do násypky. Stačí, když se špatně vyčistí vstřikovací válec, kde byl granulát barvy černé a následně začne výroba s granulátem barvy bílé. Ihned máme velké nepřesnosti výrobku, výrobek má pak nežádoucí kvalitu. Dalším faktorem může být špatná konstrukce a výroba formy. Tato chyba může vzniknout už při objednávce, její následná oprava je zdoluhavá. Proto je důležitá kontrola při výrobě u odběratele. Jakost výrobku ovlivníme i špatnou přepravou. Faktory ovlivňující jakost je hodně. Můžeme si však popsat jednotlivé vstřikovací cykly.

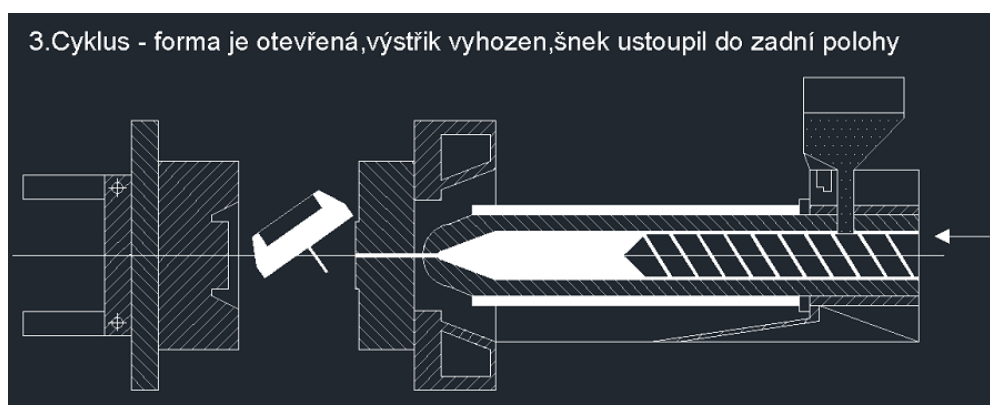
#### Jednotlivé fáze vstřikovacího cyklu, které ovlivňují stav výstřiku:<sup>1</sup>

- **Plastika ční fáze** – důležité je, aby byla zajištěna teplota a viskozita již před čelem šneku. Musí být zajištěno správné nastavení teplot v jednotlivých místech plastikačního válce.
- **Vstřikovací fáze** – vzniká plnění dutiny formy taveninou, plnění musí být takové, aby proud taveniny byl konstantní ve všech místech průřezu dutiny.
- **Do tlakové fáze** – je důležitá k dosažení požadovaných tvarů a rozměrů, vzniká v plastikačním válci, ale nesmí se přehnat, jinak jsou přetoky.
- **Ochlazovací fáze** – tato fáze začíná již při plnění plastikačního válce a trvá až do vyhození výstřiku, tato fáze musí zaručit vyhození výstřiku bez deformace.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zeman, L., Vstřikování plastů. Praha: BEN-technická literatura, 2009. 248s. str. 75

Obr. 1.3 Schéma 1. Cyklus šnekového stroje. [3]<sup>2</sup>

Obr. 1.4 Schéma 2. Cyklus šnekového stroje. [3]



Obr.1.5 Schéma 3. Cyklus šnekového stroje. [3]

<sup>2</sup> Neuhasl, E., Vstřikování plastických hmot. Praha: SNTL-technická literatura, 1973. 206s. str. 51

## 1.2 Sušení

Většina termoplastů ve své postatě absorbuje vzdušnou vlhkost, která při běžných teplotách by mohla způsobovat degradaci.<sup>3</sup> Citlivost materiálů na obsah vlhkosti je různá. U některých druhů materiálu je nutno předpokládat, z důvodů vysoké kvality povrchu výrobku. Nepřípustně vysoká vlhkost může v tavenině plastu vést k povrchovým vadám a ke zhoršení vlastností. Takle vlhkost může vznikat v důsledku netěsnosti obalů nebo při špatném skladování, a tak při přepravě většina plastů rychle navlhne. Vysoké množství vlhkosti, se musí před zpracováním dobře vysušit. Vlhkost můžeme změřit pomocí testu TVI (Tomasetti's Volatile Indicator) je to metoda od firmy Bayer. Tento test (Obr. 1.6) umožňuje orientačně zjistit, zda je materiál před vstřikováním dostatečně vysušený. Jeho princip spočívá v tom, že na topnou desku se umístí laboratorní sklíčka. Na laboratorní sklíčka se položí 3-4 zrnka granulátu, ty se přitlačí druhým laboratorním sklíčkem třeba rukou, až se zrnka zvětší na Ø12mm, následně se ochladí. Vlhkost poznáme, když jsou na zrnkách viditelné bublinky.



Obr. 1.6 Zařízení k testu TVI.<sup>4</sup>



Obr. 1.7 Halogenový analyzátor

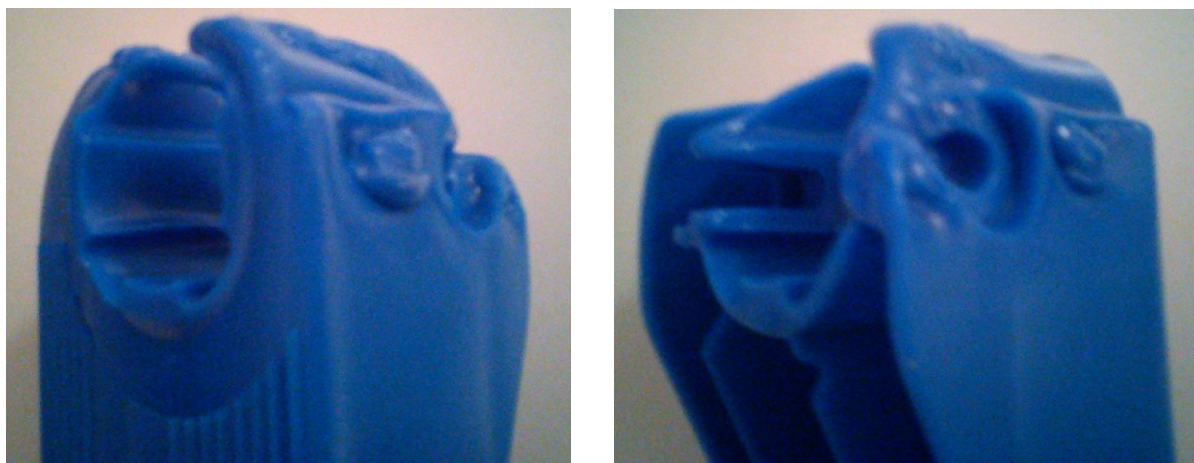
Další metodou sušení může být Halogenový analyzátor (Obr. 1.7). Je to nejnovější metoda a efektivní způsob jak stanovit vlhkost u plastů. Přístroj pracuje na základě, kdy na začátku měření se stanoví analyzátor vlhkosti hmotnosti vzorku (minimální hmotnost je 1-10g), který je následně rychle zahříván pomocí topné spirály. Následně dochází k odpařování vlhkosti ze vzorku. Aktuální úbytek vlhkosti je zobrazován na přístroji. Po ukončení sušení se zobrazí výsledná hodnota obsahu vlhkosti. Výhodou toho to přístroje je velmi rychlé zahřívání. Po ukončení sušení se zobrazí výsledná hodnota obsahu vlhkosti.

<sup>3</sup> ARBURG spol. s.r.o., Malý průvodce vstřikováním, Chlumecká 15, Praha 2000. 41s. str. 14

<sup>4</sup> [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud\\_materialy/tzn/c5/Navlhavost.pdf](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/tzn/c5/Navlhavost.pdf)

### 1.3 Smrštění

Smrštění je strašák, který se vyskytuje u všech plastů. Z praxe víme, že rozměry výstřiku jsou po vyhození z formy rozdílné (od rozměrů naměřených po nějaké době od její výroby po její skladování). Rozměrové změny jsou často přiřazovány ke smrštění nebo k deformaci. Ale je nutné vědět, že mezi oběma pojmy je velký rozdíl. Smrštění (Obr. 1.8) je celková objemová změna při tuhnutí taveniny, jejíž příčinou je tepelná rozpínavost, stlačitelnost. Deformace je trvalá změna tvaru výrobku při stejném objemu výstřiku. Základním požadavkem je, aby výrobek měl požadované rozměry, s definovanou tolerancí a to musíme splnit. Na výsledné smrštění působí veliké množství parametrů, a to musíme hlídat. Například je potřeba počítat s tlakem, teplotou a časy, dalším parametrem, na který se musí dávat pozor je druh a obsah plniva (materiálu). Smrštění měříme při pokojové teplotě, ta by měla být okolo 24 až 48 hodin po zhotovení výstřiku. Všechny výstřiky jsou geometricky podobné.<sup>5</sup>



Obr. 1.8 Viditelné smrštění na schodnici.

---

<sup>5</sup> Zeman, L., Vstřikování plastů. Praha: BEN-technická literatura, 2009. 248s. str. 28

## 1.4 Fáze ochlazování

Ochlazování je složitý mechanismus, který ovlivňuje strukturu vylisku, viz obr. 1.9. Ochlazování vylisku ve formě začíná při objemovém naplnění tvarové dutiny formy, a trvá po celou fázi do tlaku. Tzv. zbytková doba chlazení je chlazení bez tlaku, kdy volíme takového kompromisu, aby byla doba vstřikovacího cyklu splněna i s požadavky na rovnoměrnou strukturu vylisku.<sup>6</sup> Minimální doba chlazení je, když dosáhneme limitovaného požadavku minimální mezní tuhosti, která je důležitá pro bezpečné vyhození vylisku z formy. Vstřikovací forma se chová jako výměník tepla. V ideálním případě by měla mít stěna tvarové dutiny formy stále stejnou provozní teplotu. V reálném vstřikování teplota formy kolísá s cykly vstřikování. Při plnění dutiny formy taveninou, téměř skokově, ohřívá stěnu tvarové dutiny formy a postupně, vlivem chlazení, se teplota stěny snižuje na pracovní hodnotu.



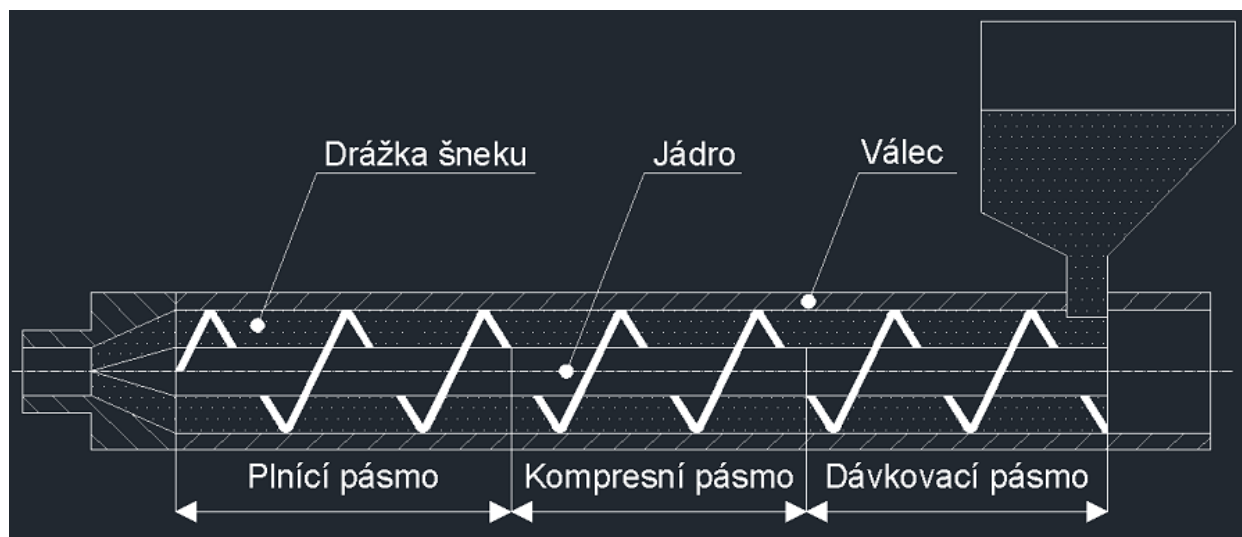
Obr. 1.9 Časový průběh standardního vstřikovacího cyklu. [8]

<sup>6</sup> Neuhasl, E., Vstřikování plastických hmot. Praha: SNTL-technická literatura, 1973. 206s. str. 54



## 1.5 Základní funkce šneku

Šnek (Obr. 1.10) je důležitou součástí vstřikovacího lisu. Hlavním úkolem šneku je, aby dopravoval granulát, tavil granulát, plastikoval a vstřikoval. Materiál (granulát) se dostává do válce z násypky. Násypku můžeme materiálem (granulátem) naplnit ručně sami nebo se násypka plní pomocí hadice, která nasává sama množství materiálu.<sup>7</sup> Závity šneku (Obr. 1.11) se musí naplnit až po trysku (Obr. 1.12).



Obr. 1.10 Schéma funkční části šneku. [3]



Obr. 1.11 Část šneku.



Obr. 1.12 Prodloužená část trysky – špička.

<sup>7</sup> Neuhasl, E., Vstřikování plastických hmot. Praha: SNTL-technická literatura, 1973. 206s. str. 73

## 1.6 Tryska a její funkce

Vstřikovací tryška<sup>8</sup> (Obr. 1.15) je v zásadě jen úzká hubice, která vyústí na vstřikovacím válci nebo na tavné komoře, která dosedá na formu. Má základní funkce jako to, že musí zajišťovat spojení mezi vstřikovací jednotkou a formou při velkém tlaku taveniny. Další funkcí je, že zrychluje poměrně hodně tok taveniny. Nejdůležitějším faktorem a funkcí je, aby bylo naprosto přesné dosednutí trysky do sedla formy (Obr. 1.13). Tryska ještě zajišťuje, zabránění samovolnému odtékání taveniny, a aby také předčasně tavenina nevytekla. K tomu, aby tryska mohla dobře plnit všechny požadavky, je nutné splnit a zachovat tři věci. Naprosto souosý musí být otvor v trysce a otvor ve vtokové vložce formy. Kulová plocha (její průměr) trysky musí být menší než poloměr sedla ve vtokové vložce (Obr. 1.14). Průměr vtoku musí být větší než průměr otvoru trysky. Správné uložení trysky do formy je vidět na obr. 1.16.



Obr. 1.13 Uložení trysky do formy.

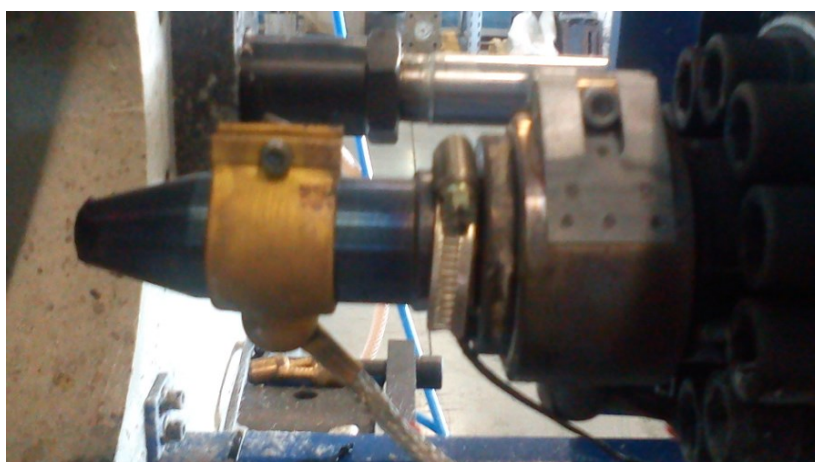
---

<sup>8</sup> Neuhasl, E., Vstřikování plastických hmot. Praha: SNTL-technická literatura, 1973. 206s. str. 80

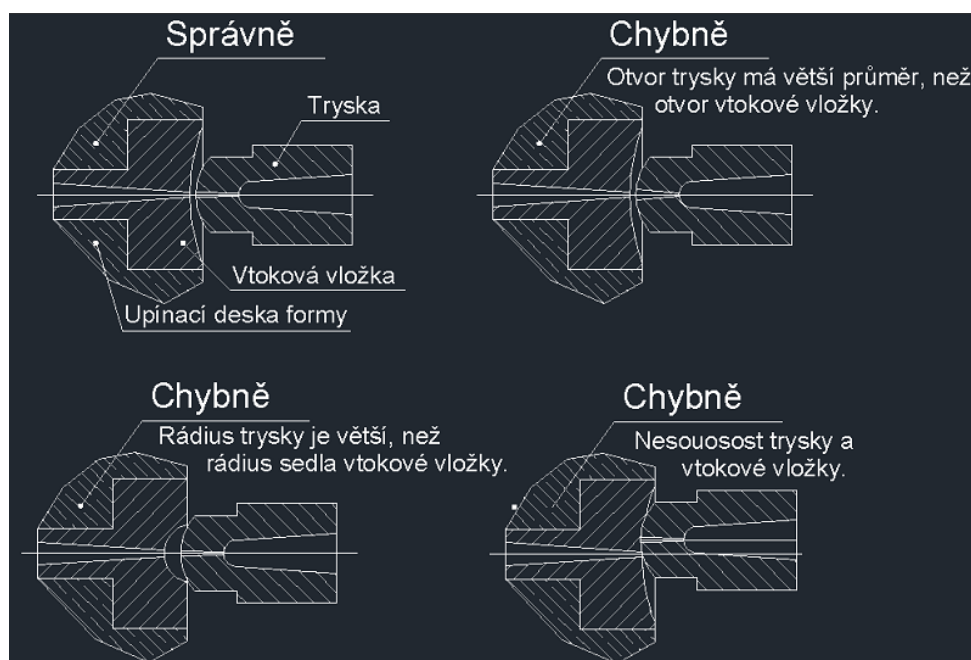




Obr. 1.14 Otvor vtokové vložky formy.



Obr. 1.15 Uložení vstříkovací trysky se šnekem.



Obr. 1.16 Správné uložení trysky do formy. [3]

## 1.7 Seřizování formy

U seřizování formy <sup>9</sup> potřebujeme znát identifikaci, to znamená, že potřebujeme vědět, co budeme vyrábět. Každá forma má číslo, které nám říká, jaký výrobek budeme vyrábět.

### Při seřizování musíme znát:

- obvodové rozměry formy,
- výšku formy pro minimální a maximální rozměr kvůli upnutí,
- průměr centrálního kroužku, z hlediska upnutí formy (je to velmi důležitá část neboť bez ní nelze formu správně upnout na stroj),
- systém vyhazování (je s formou propojen systém vstřikovacího stroje),
- vstup a výstup médií (jako je vzduch, hydraulický olej, kapaliny atd.),
- pak je tryska ponořena do plastikační jednotky ve vstřikovacím stroji,
- vtokovou vložku vstřikovací formy a trysku v plastikační jednotce,
- tuhost, mezi vyhazovačem a pohyblivou částí formy,
- objem dutiny vstřiku,

Na obr. 1.17 vidíme, jak vypadá forma uvnitř vstřikovacího stroje. Tato forma se připravuje na vstřikovací lis, pomocí vysoko zdvižného vozíku. Jakákoliv manipulace s formou musí probíhat, tak aby nedošlo k poškození. Forma, která je propojena s oběma polovinami a uvázaná na dvou lanech je pomocí zdvihacího zařízení pomalu umísťována mezi upínací desky vstřikovacího stroje. Následně je forma upnuta pomocí šroubů. Až je forma upnuta na obou stranách, pak je možné od formy odjistit zdvihací zařízení. Následně se může uvolnit propojení obou částí formy. O správném upnutí formy se přesvědčíme, když několikrát za sebou formu otevřeme a zavřeme.

---

<sup>9</sup> Zeman, L., Vstřikování plastů. Praha: BEN-technická literatura, 2009. 248s. str. 99



Obr. 1.17 Forma.



Obr. 1.18 Levá strana formy.



Obr. 1.19 Pravá strana formy.

## 1.8 Uzavírací jednotka

Uzavírací jednotka slouží k tomu, aby správně uzavírala a otevírala formu. Musí zajistit, aby nedošlo k otevření. Tento uzavírací mechanismus je označován jako uzavírací síla, která je potřebná k uzavření formy. Po té je označována síla maximální, která slouží k tomu, aby vyvinula naprostou těsnost formy během celého procesu vstřikování. Obě hodnoty jsou totožné. Je jen důležité rozlišovat sílu uzavírací (tato síla je jen potřebná k uzavření formy) a sílu přidržovací (tato síla musí zajistit, aby se forma neotevřela při tlaku taveniny). U uzavírací jednotky je nutné vědět, že je zavěšeno závaží na upínací desce, a proto se musí volit u upínací desky nižší rozjíždějící rychlost a vyšší tlak. Dojezd formy a následné uzavření formy by mělo být měkké, pomalé a pevné uzavření. Otevření formy má probíhat tak, aby bylo bezpečné vyhození výstřiku. Na obr. 1.20 vidíme snímač pohybu, který je umístěn v pravém horním rohu u uzavírací jednotky. Tento snímač hlídá bezpečnost. Jelikož lidský faktor někdy chybí, tak tento snímač hlídá, aby při otevření dveří, ihned forma a uzavírací jednotka vypnula, tudíž aby nedošlo k hodně nebezpečnému úrazu, třeba k slisování horních končetin člověka. Tudíž při seřizování formy je důležité nastavit i ochranu formy, neboť bez ochrany je zakázáno formu provozovat. Bezpečnost je na prvním místě.<sup>10</sup>



Obr. 1.20 Snímač pohybu.

<sup>10</sup> Zeman, L., Vstřikování plastů. Praha: BEN-technická literatura, 2009. 248s. str. 105

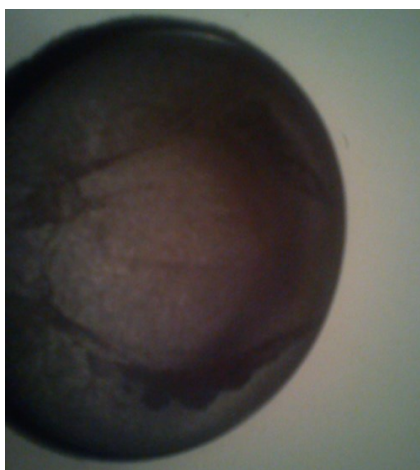
## 1.9 Základní vady výstřiku

Vady výstřiku se ukazují i přes velkou znalost vstřikovacího materiálu, vstřikovacího lisu a jeho řada příslušných vybavení, i vliv technologických parametrů na výstřik, ale vždy se ukáže opakující problém vady, tj. požadavky nejsou shodné, s požadavky odběratele. Vady definujeme jako defekt, to znamená, že dohodnutý výrobek se neshoduje s parametry. Odlišnost může být ihned zřetelná na pohled jako pigmenty, jiná barva výstřiku, rozdílné tvary nebo naprosto jiné rozměry. I povrch výstřiku může být na oko zřetelný, závažné vady jsou ihned vidět. Jejich odstranění je někdy velice těžké, ale jde je napravit rychlým rozpoznáním a analýzou. Vady můžeme rozdělit do dvou skupin, na vady skryté a zjevné.<sup>11</sup>

**Vady skryté** – na oko nerozpoznáme, jsou ukryté ve vlastnostech výstřiku a zhoršují jejich kvalitu, mezi skryté vady lze zařadit třeba bublinky (uzavřený vzduch ve výstřiku), vnitřní tepelné pnutí (z přeplnění formy)

**Vady zjevné** – tyto vady poznáme ihned na pohled, mezi tyto zjevné vady můžeme přiřadit třeba vady tvaru (ukazují se deformace, propadliny, přetoky nebo rozměrové vady), vady povrchu (matná místa, tokové čáry, spálená místa)

Kromě vad výstřiku mohou být i vady přímo ve vstřikovacím lisovém procesu. Například vady formy, ty asi nejvíce souvisí s vadami výstřiku. Je to hlavně netěsnost šneku, vytékání taveniny z trysky, zůstávání výstřiku ve formě, deformace již při vyhazování výstřiku z formy.<sup>12</sup>



Čáry (škrábance)



Popáleniny



Přetoky

Obr. 1.21 Vady výstřiku.

<sup>11</sup> ARBURG spol. s r.o., Malý průvodce vstřikováním, Chlumecká 15, Praha 2000. 41s. str. 41

<sup>12</sup> Zeman, L., Vstřikování plastů. Praha: BEN-technická literatura, 2009. 248s. str. 149



## 1.10 Ochrana proti opotřebení

U všech strojů dochází k opotřebení, také i u vstřikování termoplastů. V zásadě je důležité rozlišovat opotřebení oděrem nebo korozí, mohou se ukázat jednotlivě nebo současně. Proces opotřebení u konstrukčních částí lze rozpoznat teprve v pozdějším stádiu následkem funkčních poruch. V jiných případech se toto opotřebení začne projevovat na vstřikovaných výrobcích dříve a to formou zabarvení povrchu nebo podobnými vadami. Někdy se vady ukáží uvnitř výstřiků, na povrchu nemusí být ještě k vidění. Vysoké náklady proto vznikají kvůli pozdní výměně opotřebovaných součástí jako šneky, válce, ale hlavně výrobou zmetkových dílů, kdy se stroj musí vypnout v případě odstavit kvůli opravám, a tím vzniká ještě větší ztráta. Přitom ještě nedošlo k takovému vývoji, aby nedocházelo ke snížení zmetkových dílů. Proto k lepšímu ošetření by mělo docházet pravidelně pod určitým řádem, aby se vědělo, kde a kdy byla uskutečněna pravidelná ochrana proti opotřebení.



1.22 Ochrana proti opotřebení

## 1.11 Druhy používaných termoplastů

Abychom mohli vstříkovat, potřebujeme takové termoplasty, které se dají zpracovávat a zahřáním převést do stavu tekutého. Čisté polymery se obvykle nezpracovávají jako syntetické látky. Kromě třeba stabilizátorů, které napomáhají odolávat vůči paprskům světla, tepla, kyslíku, zvyšuje odolnost stárnutí a tím prodlužuje životnost výstřiku, a odolává ještě jiným povětrnostním vlivům, tyto stabilizátory se přidávají už při výrobě. Polymery se upravují ještě dalšími látkami, jako jsou např. Přísady, ty se přidávají, aby zlepšili zpracovatelnost nebo zlepšili užitkové vlastnosti.<sup>13</sup>

### Nejdůležitější přísady:

- **změkčovadla** – jsou málo těkavé, dodávají polymerům ohebnost a houževnatost, snižují tuhost a tvrdost,
- **maziva** – usnadňují zpracování plastických hmot, a neovlivňují tak vlastnosti výrobku, zlepšuje vyjímání výstřiku,
- **plniva** – jsou ve formě prášku, nebo sekaných vláken,
- **barviva, barevné koncentráty, pigmenty** – více méně ovlivňují vzhled výrobku, dodává materiálu barevný odstín a mrtvost, druh pigmentu se volí podle teploty.

Granulování vzniká v práškové formě, která není vhodná pro vstříkovací technologii.<sup>14</sup>



Obr. 1.23 GB 608 s přísadou barviva



Obr. 1.24 PP



Obr. 1.25 Namixovaná drť

<sup>13</sup> Zeman, L., Vstřikování plastů. Praha: BEN-technická literatura, 2009. 248s. str. 21

<sup>14</sup> Neuhasl, E., Vstřikování plastických hmot. Praha: SNTL-technická literatura, 1973. 206s. str. 22

## 1.12 Kontrolní panel vstřikovacího lisu

Kontrolní panel stroje slouží k řízení celého vstřikovacího lisu. Abychom mohli pracovat na kontrolním panelu, potřebujeme klíč, který slouží k zapínání a vypínání vstřikovacího lisu. Kontrolní panel (Obr. 1.26) je z bezpečnostních důvodů pokryt ochrannou Mylarovou vrstvou. Tato vrstva chrání celý panel před vodou a nečistotami. Pro zaručení spolehlivosti a dlouhověkosti jsou raději všechna tlačítka ovládány přes typ A pomocí kontaktních mechanických vypínačů. Stroj umožňuje kontrolovat panel tlačítek, kde se činnost stroje kontroluje manuálně a umožňuje přepínat mezi různými operačními režimy. Většina manuálních příkazů se dá uložit, proto stačí, když si v kontrolním panelu najdeme klíčové slovo výrobku, v našem případě Bočnice, a ukáže se nám celá výroba výlisku.<sup>15</sup>



Obr. 1.26 Kontrolní panel vstřikovacího lisu.

<sup>15</sup> APplastic s.r.o., Technická provozní dokumentace vstřikolisu, TEDERIC. Třinec. 70s. str. 36



Na obr. 1.27 vidíme, jak vypadají uložené data, pro výrobu výlisku bočnice.<sup>16</sup> Data jsou uložena pod názvem výlisku. Pro jeho snadnější nalezení. Data se dají bez obtíží změnit, opravit nebo načíst další. Na obrazovce jdou vidět při výrobě, přímo data, kde probíhá výroba výlisku. Je to velice dobrá věc neboť nám kontrolní panel hned ukáže, kde je chyba výroby a její oprava je rychleji odstraněna. Při chybě ve výrobě nám kontrolní panel ukáže, že došel granulát, ucpaná tryska, špatný do tlak, nízká rychlost vstřiku atd.



Obr. 1.27 Kontrolní panel vstřikovacího lisu, uložení dat bočnice.

<sup>16</sup> APplastic s.r.o., Technická provozní dokumentace vstřikolisu, TEDERIC. Třinec. 70s. str. 36

## 2. Rozbor stávajícího řízení jakosti vstřikování

Popíšu stávající průběh výroby. Řekneme si, u kterého druhu výrobku dochází k opakovaným deformacím a k čemu výrobek slouží. Popíšeme si základní charakteristiky výrobku. Vymezíme si výhody a nevýhody dosavadní výroby.

### 2.1 Technologie současného stavu

#### A. Technologická příprava výroby<sup>17</sup>

Technologická příprava výroby je velmi důležitá. Cílem je technologická příprava výroby, kde se musí vypracovat technická a ekonomická část konstrukce. Příprava výroby výlisku začíná ve vytvoření výkresové dokumentace, dále následuje oddělení technologie výroby, kde výrobní technolog posoudí předloženou celkovou konstrukční dokumentaci a připraví návrh na pracovní postup. Dle detailního postupu připraví technologie kalkulaci výrobních nákladů a potřebu materiálu pro výrobu. Nákup materiálu zajistí pracovníci.

#### B. Konstrukční příprava výroby

Návrhy nových i stávajících výlisků jsou zpracovány v grafickém programu SolidWorks (obr. 2.6 – 2.8), který umožňuje tvorbu výkresu v třírozměrném prostoru. V programu SolidWorks konstruktér nejprve vytváří 3D model výlisku a teprve z něho se vytvoří 2D dokumentace pro výrobu. Trojrozměrný a dvojrozměrný model výlisku jsou naprosto shodné. Využitím této techniky se zkvalitňuje práce konstruktérů a snižuje se chybovost v kótování.

#### C. Technologie výroby

Technolog musí respektovat návaznost metod ve všech fázích výrobního procesu, tzn. od výroby polotovaru až po konečnou montáž tak, aby bylo dosaženo optimálního průběhu celého výrobního procesu. Technolog následně zpracuje technologický postup, do kterého uvede technologické, technické a další procesy, pro výrobu významně smluvních požadavků. Technolog výroby odpovídá za úplnost a formální i věcnou správnost veškeré výrobní dokumentace, nutné pro zahájení výroby.

---

<sup>17</sup> BRUMMEL, M. a kol.: Rozměrové přesné výrobky z plastů. Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, Praha 1977

## 2.2 Průběh výroby

Seřizovač při příchodu do práce dostane plánovač výroby, podle kterého se orientuje. V plánovači výroby je zapsáno, na jakém stroji bude pracovat, z jakého materiálu bude vyrábět, co bude vyrábět (podle názvu) a hlavně počet kusů. Podle plánovače, si může např. seřídít a zkontrolovat celý vstřikovací lis. Nachystá si formu, podle které bude vyrábět výlisek, ale hlavně si vyčistí, promaže, a doplní kapaliny do vstřikovacího lisu. Tyto kroky provede seřizovač, než začne s výrobou.

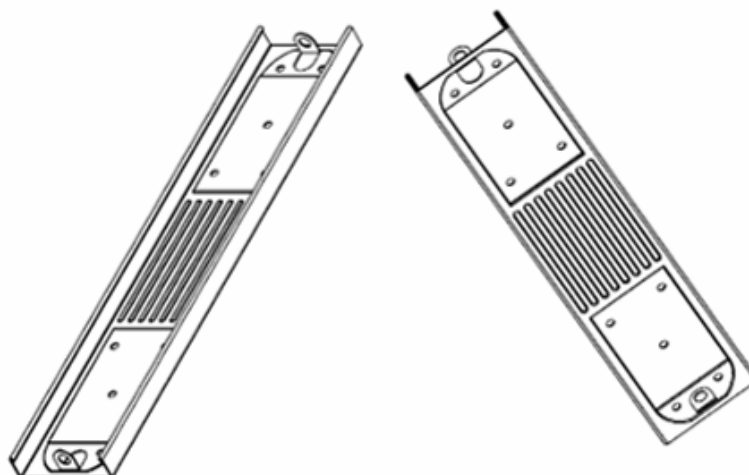
## 2.3 Základní charakteristiky

Na obr. 2.3 vidíme představitele z výrobního sortimentu, podle kterého se budeme řídit. Vybrala jsem tento výrobek z důvodu, jeho vysokého podílu neshodné výroby. Výroba je někdy pracná a složitá, kvůli jeho otvorům a hranám. Výrobek není velký a je na oko jednoduchý. Výkres bočnice je pod číslem V BZSCH – 003 k vidění (viz. Příloha A).



Obr. 2.3 Bočnice.

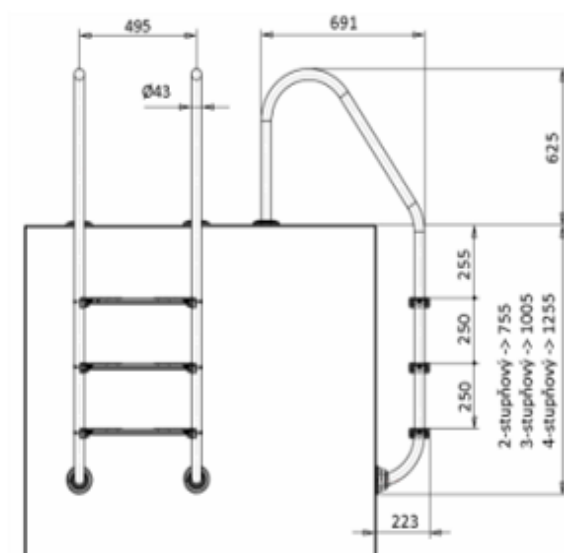
Tento výrobek se používá na bazénové žebříky. Tyto žebříky slouží ke všem typům zapuštěných bazénů, s kolmou stěnou v místě jejich montáže. Bočnice se montuje k nerezovým schůdkům, a následně k nerezové tyči. Jejich montování je jednoduché. Při potížích nebo při reklamaci, se výrobek musí objednávat.



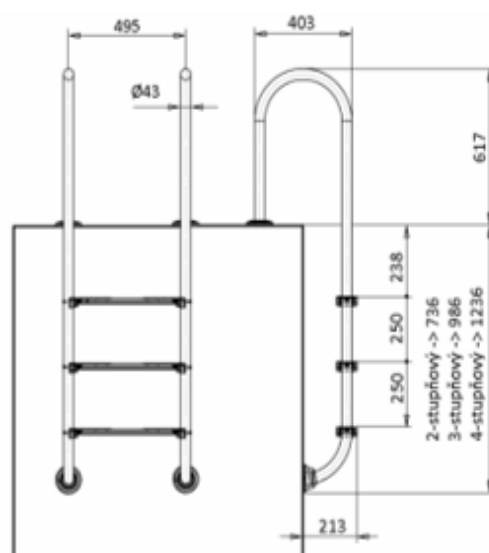
Obr. 2.4 Schodnice. [9]

Tyto nerezové schodnice na obr. 2.4 se při šroubují pomocí šroubu a podložky k sestavě schodnice a k madlu žebříku. Sestava schodnice s rozměry řebříku jde vidět na obr. 2.5, jediný rozdíl mezi těmito žebříky je ve sklonu madla.

### Standard



### Slim



Obr. 2.5 Rozměry žebříku. [9]



Obr. 2.6 Návrh žebříku nakreslený v grafickém programu SolidWorks. [9]



Obr. 2.7 Návrh bočnice nakreslená v grafickém programu SolidWorks. [9]

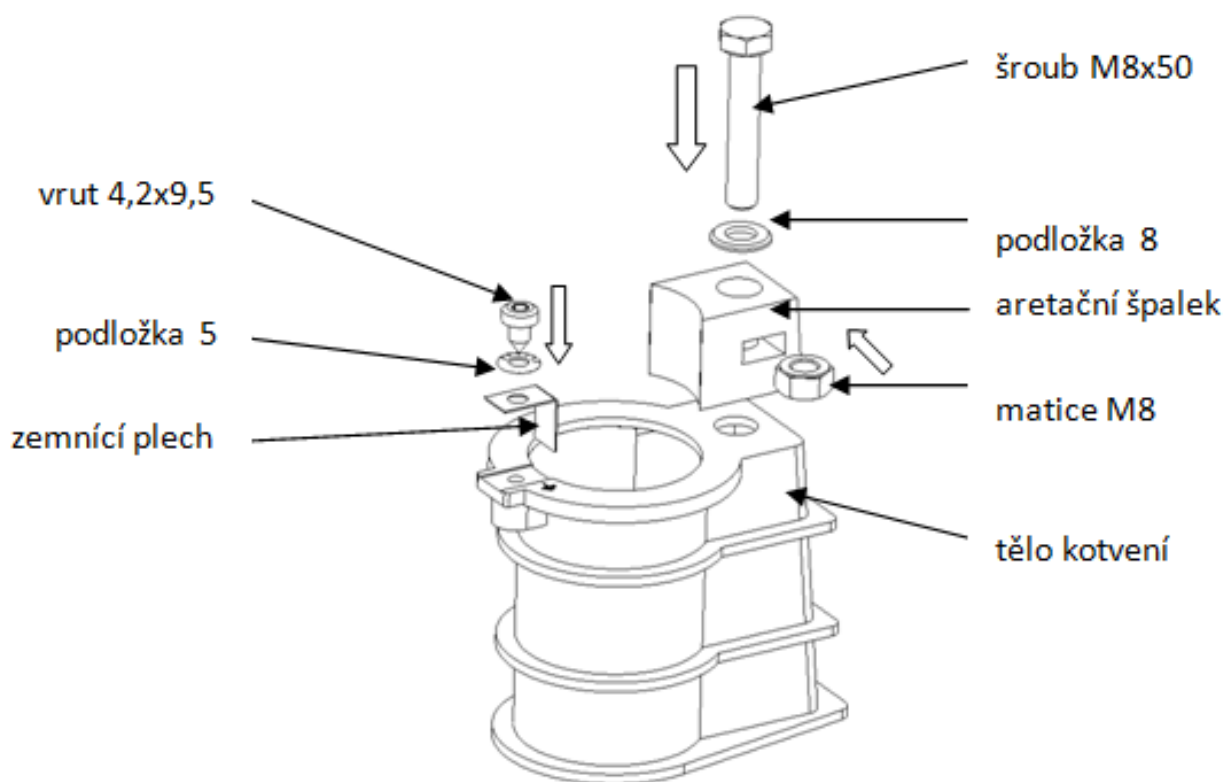


Obr. 2.8 Návrh montáže bočnice nakreslená v grafickém programu SolidWorks. [9]

Rozměry žebříku jsou důležité pro správné upevnění.

**Montáž kotvy (Obr. 2.9) se provádí:**

- pomocí zemního plechu, který se upevní pomocí vrutu 4,2x9,5 a podložky 5 přišroubuje k tělu kotvení,
- do aretačního špalku se vloží matice M8,
- aretační špalek s maticí se vloží do těla kotvení,
- šroubem M8x50 s podložkou 8 se šroubuje tělo kotvy s aretačním špalkem,
- pro bezpečné používání musí být kotvy žebříku dostatečně zakotveny v betonové desce,
- bazénový žebřík musí být pevně upevněn v kotvách.

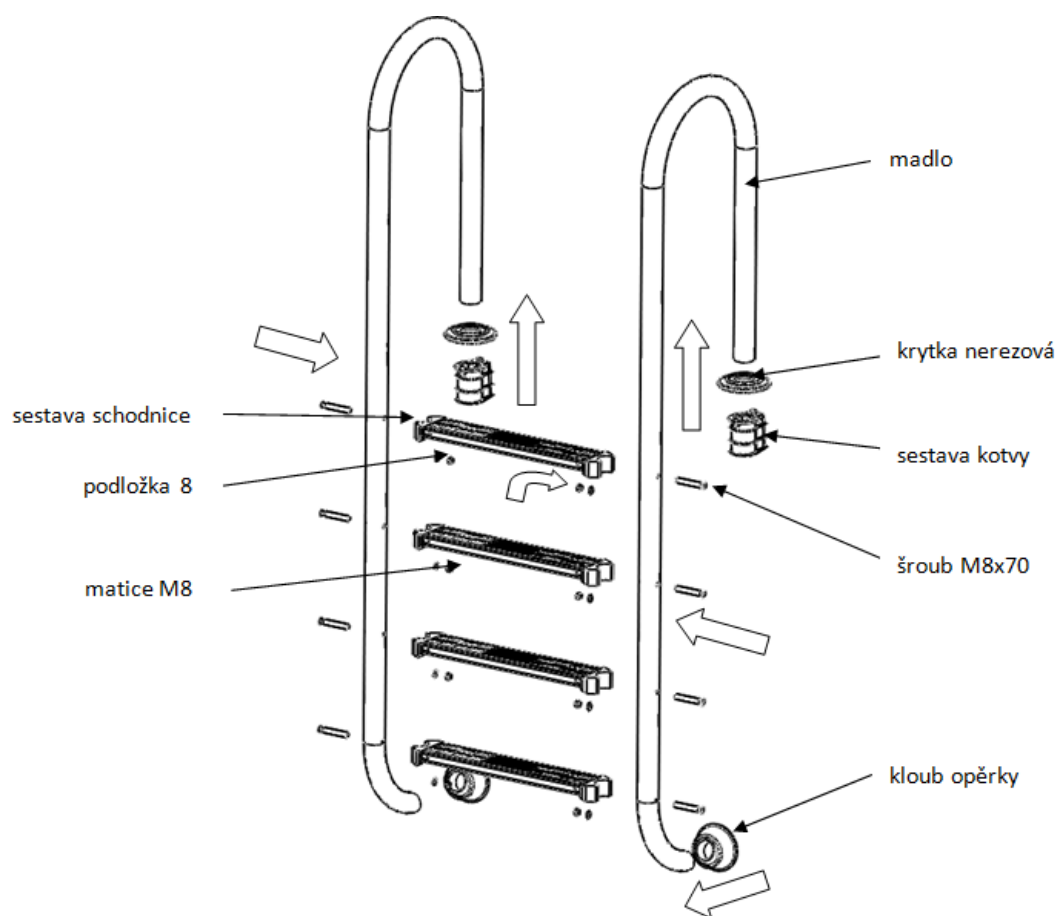


Obr. 2.9 Montáž kotvy. [9]

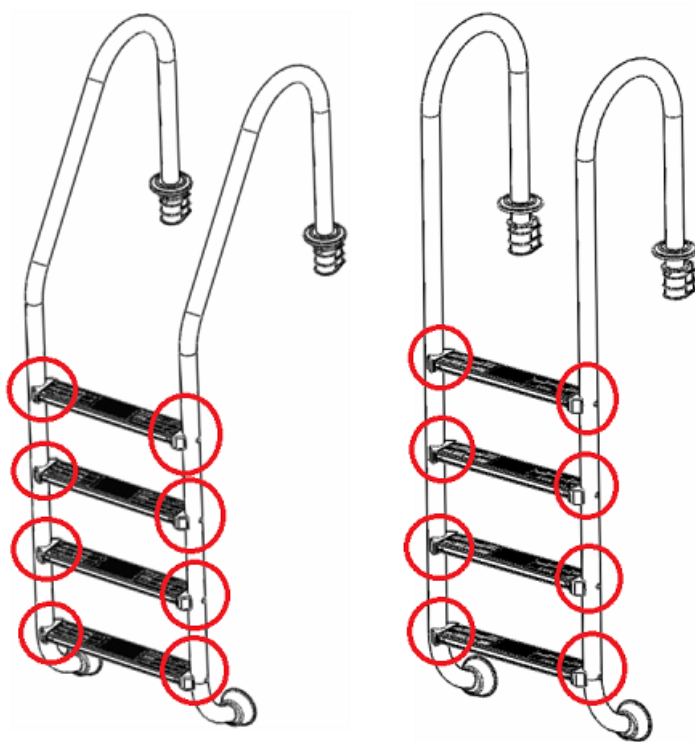
**Montáž tělesa žebříku vidíme na obr. 2.10, kde:**

- pomocí šroubů M8x70 a podložky 8 se přišroubují sestavy schodnice k madlu žebříku,
- druhé madlo šroubujeme, až jsou všechny stupínky připevněny k prvnímu,
- na ponornou část schůdků nasadíme sestavené klouby opěrek,
- na venkovní část schůdků nasadíme nerezové krytky a kotvu,
- kotvu připevníme dotažením šroubů M8x50,
- takto smontovaný žebřík je potřeba zabetonovat do ochozu bazénu,
- nikdy se nesmí betonovat kotvy žebříku zvlášť bez žebříku (předcházíme tak špatné rozteči kotev po zabetonování).

Před betonováním je potřeba zkontrolovat uzavření spodního otvoru v tělese kotvy záklopkou. Po zabetonování kotev se musí provést uzemnění elektrickým pospojováním kovových částí bazénu a kotev žebříku.



Obr. 2.10 Montáž tělesa žebříku. [9]



Obr. 2.11 Vzhled schodnice Slim a Standard. [9]

Na obr. 2.11 je označen vzhled upevněné schodnice žebříku Slim a Standard, namontování je pracné v důsledku přesnosti, chyby v namontování mohou být jedině v příčině, že by chyběly součástky. K těmto chybám se předchází většími kontrolami při balení před odvozem k odběrateli.



## 2.4 Vymezení výhod a nevýhod

**Stávající proces je výhodný z hlediska:**

- granulát je vybírán od dobrého odběratele, ale musí se dávat pozor na poměr dávkování,
- vnitřní nepřesnosti nejsou velice znatelné, neboť je kontrolováno množství přesného vstřikování,
- jakost povrchu vylisku je většinou pod kontrolou, ale může nastat chyba z jakýchkoliv příčin, tudíž je velmi důležitá častá kontrola vyhazovaných vylisků z formy,
- rozměrové požadavky požadované odběratelem jsou zásadně hlídány, jakákoliv nepřesnost je ihned rozpoznána a napravena, vizuální kontrola,
- životnost těchto vyrobených výroků je dlouhá, tato životnost se dá posoudit hned po 24 hodinách, když nedojde ke smršťení, výrobek tak zůstane už stejný.

**Zásadní nevýhody tohoto procesu jsou:**

- v kvalitě vstřikovaného materiálu, neboť poměry dávkovaného granulátu způsobují takové vady výrobků, že ve špatném nastavení poměru dochází k nekvalitnímu smísení barvy a finální výrobek nemá požadovanou jakost kvality pro odběratele,
- přetoky, které se vytvářejí nekontrolovatelným velkým množstvím vstřikovaného materiálu. Některé malé přetoky se dají opravit zbroušením nebo ohoblováním, ale i přesto většina přetoků je dána do krabic do sektoru neshodných finálních výrobků,
- škrábaniny se tvoří nekvalitním vyhazováním z formy,
- také rychlost vstřiku je potřeba kontrolovat, aby nedocházelo k nenapravitelným deformacím.

Problematika nevýhod je široká, ale při pravidelné kontrole lze dosáhnout menšího počtu nekvalitního materiálu. A o téhle problematice nám v této práci jde nejvíce, aby byly vady finálních vylisků minimální nebo nejlépe eliminovány.

### 3. Návrh opatření s cílem zajištění specifikované jakosti finálních výrobků

Průběh specifikované výroby vybraného představitele bude zobrazen na grafech, které nám ukážou kvalitu výroby v průbězích několika měsíců. Specifikovaná jakost vybraného představitele bude rozepsána a ukázána na fotografiích.

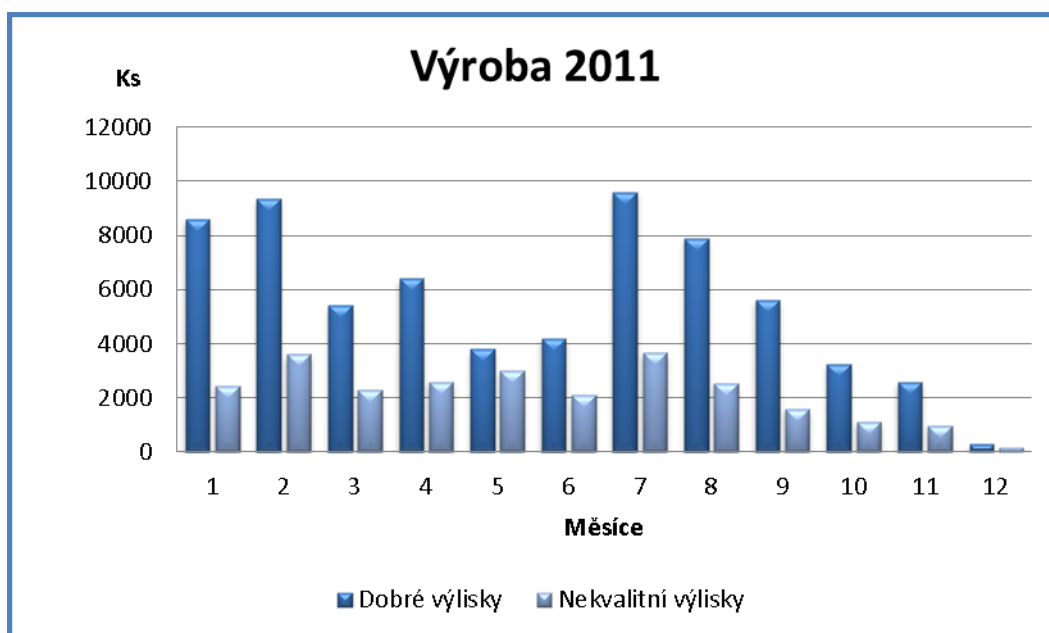
#### 3.1 Návrh opatření

Vybraný představitel z výrobního sortimentu, se vyrábí několikrát měsíčně. Záleží, zda je výroba požadovaného množství úplná. Podle počtu vyrobených výlisků a podle neshodných výlisků si ukážeme na grafech, jak výroba probíhala. Tyto grafy jsou vytvořeny z evidence výroby. V evidenci je zapsáno všechno o dané výrobě viz obr. 3.1

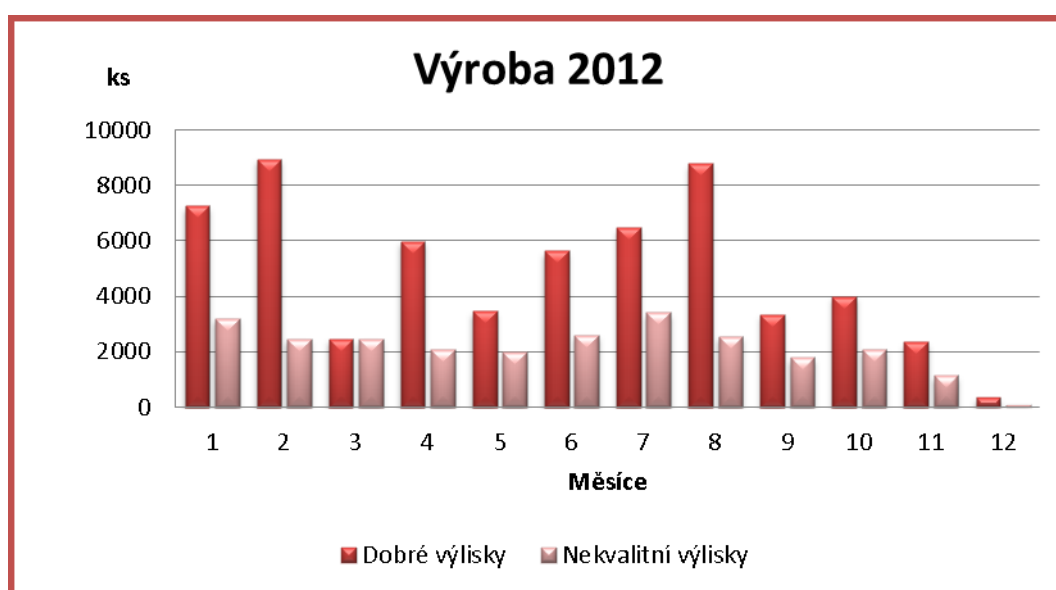
Denní evidence plástu a využití materiálu									
Datum	Příjmení	Směna	Stroj	Název výrobku	Dobré ks	Zmetky, Ztráty ks	Materiál pro podpis	Celkový čas stroje	Čas nájezdu
7. 2. 2013	Miki	N	Tederic	Půl/dům	140	40	0	8hod	30min
7. 2. 2013	Vavrda	N	Tederic	Bočnice	120	70	0	7hod	10min
7. 2. 2013	Fongus	R	Tederic	Bočnice	520	145	0	8hod	45min
9. 2. 2013	Miki	O	Tederic	Bočnice	410	180	0	8hod	20min
10. 2. 2013	Vavrda	N	Tederic	Bočnice	480	220	0	8hod	30min

Obr. 3.1 Vzor evidenčního výrobního listu.

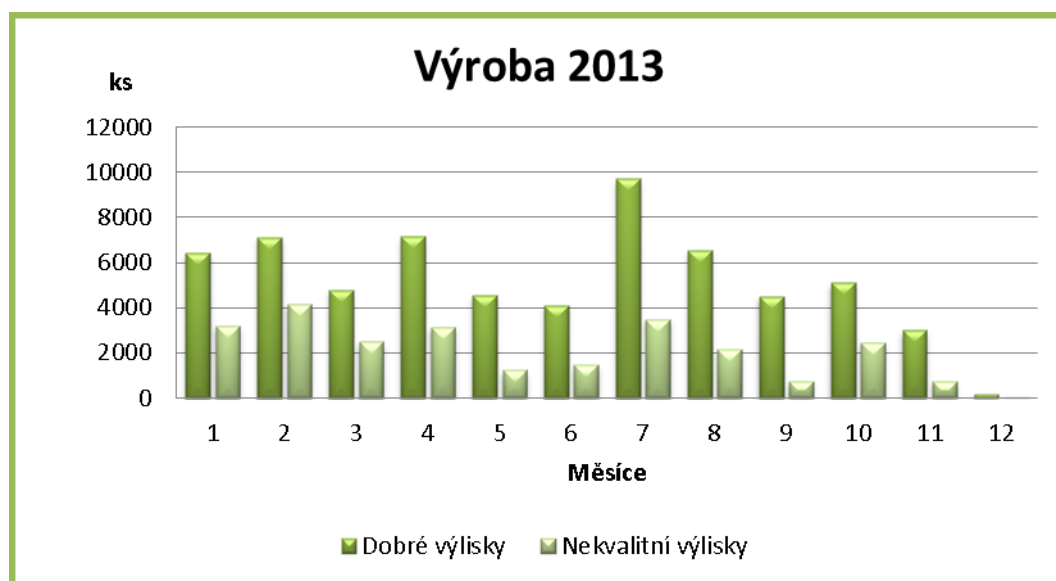
Evidence výroby v roce 2011, 2012, 2013 nám ukazuje možnost návrhu opatření. Grafy 1, 2, 3 nám říkají ve kterém měsíci, se nejčastěji objevila neshodná výroba. Skoro ve všech, to nám napomáhá v zjištění, že je kladena velká náročnost na zrychlení výroby a rovněž na požadované množství. Je nutno dosáhnout včasného termínu dokončení. Ale v tuto chvíli není možné zajistit, aby byly výrobky naprosto přesné a shodné. Výroba se odvíjí od požadovaného množství pro odběratele, na grafech je vidět, že nejmenší výroba je v zimě v měsíci listopad a prosinec. V té době jsou nejčastěji inventury. A nejsou kladeny velké nároky na zrychlení výroby. Návrh na opatření, v tkví v tom, že je nutno najít řešení v oblasti rychlosti výroby, která je důležitá.



Graf č. 1. Průběh výroby v roce 2011.

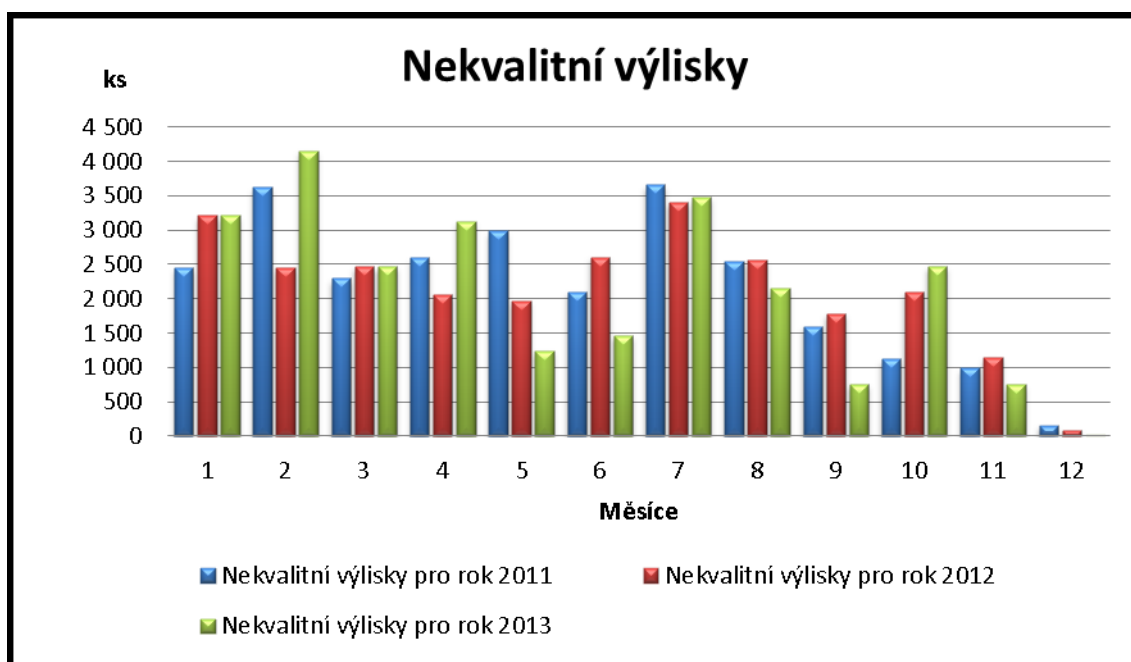


Graf č. 2. Průběh výroby v roce 2012.



Graf č. 3. Průběh výroby v roce 2013.

Výroba je každý rok v určitých parametrech skoro stejná, ale nekvalitní výlisky (Graf č. 4) tak též. Tudíž musíme najít řešení, které by nám pomohlo vyřešit tento problém. U zrychlení výroby dochází k více faktorům, které ovlivňují nekvalitní výlisky. Jejich průběh není tak znatelný, pokud si je neukážeme na grafech. Je nutno hledat řešení, které by uspokojilo požadavky zákazníka na kvalitu výlisků.

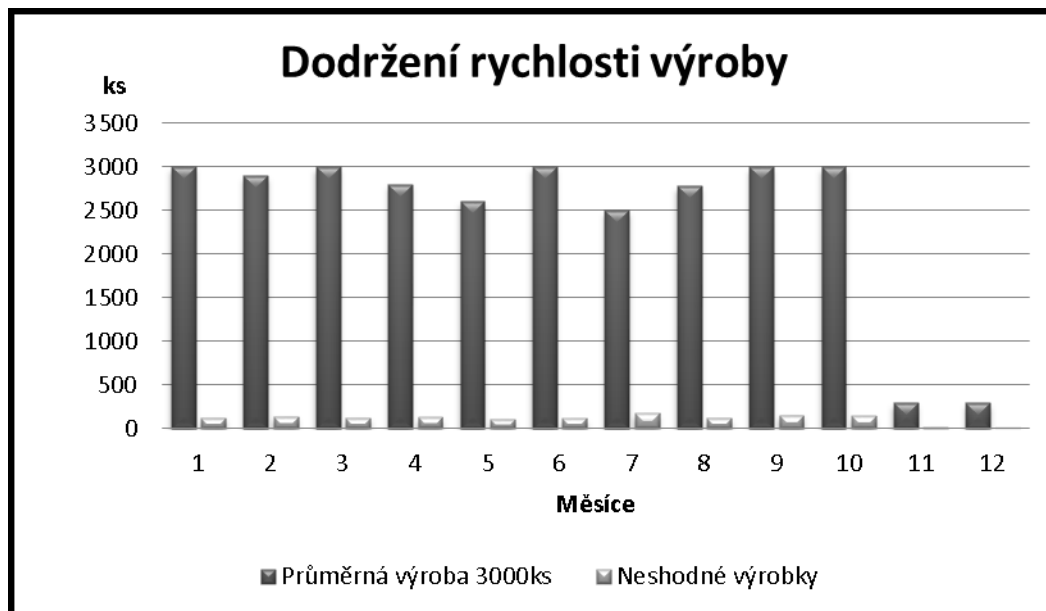


Graf č. 4. Průběh nekvalitních výlisků.

Používaný granulát na výlisek bočnice je z PP GB 608, tento granulát je od ověřeného odběratele. Splňuje požadavky vlastností materiálu. Ke granulátu je přidána pří směs s 2 % barvy černé (číslo používané barvy je HP 9961) a s 2,5 % UV stabilizátorem (označení UV stabilizátoru je UVAO). UV Stabilizátor je používán, aby výlisek byl odolnější vůči povětrnostním a slunečním vlivům. Z praktických zkušeností je známo, že u tohoto typu granulátu není zaznamenána velká vlhkost. To je u tohoto druhu granulátu velké plus. Splňuje požadavky pro výrobu, a tudíž se nemusíme o vlastnosti granulátu starat. Kvalita výlisku z hlediska vlastností materiálu je dodržena.

### 3.2 Simulace odstranění vad

Abychom vady odstranily nebo minimalizovali, musíme vědět, kde je hlavní příčina vzniku velkého počtu nežádoucích výlisků. Podle grafů v kapitole 3.1 víme, že velký počet nežádoucích, neshodných výlisků je, když začíná v zimě výroba na letní sezónu, což nás vede k urychlení výroby (zkrácení doby výroby). K tomu většinou dochází, když jsou velké objednávky. Takovým chybám by šlo předejít, kdybychom třeba dobře naplánovali výrobu. Ukážeme si, jak by vypadal graf, kdy bychom výrobu vůbec neurychlovali a nechali cyklus pomalu výlisky vyrábět.



Graf č. 5 Simulace dodržení přesné rychlosti výroby.

Na grafu č. 5 vidíme, že výroba by byla velice přesná při průměrné výrobě 3000ks za měsíc, ale počet neshodných výlisků by byl podstatně menší. Tím bychom dokázali, že lze o polovinu omezit výrobu neshodných výlisků, ale hodně negativním faktorem je velká

spotřeba času na výrobu a tudíž velké ztráty materiálu, opotřebení, ale hlavně ztráty finanční. Taková varianta není moc přípustná. Výrobu, ale může narušit i jiný faktor.

Na obrázku 3.2 vidíme, jak má správně vypadat požadovaný správně vyrobený výlisek bočnice, ale jelikož je někdy výroba urychlena z provozních nebo jiných důvodů, proto pak na obr. 3.3 je vidět výlisek bočnice, kde je znatelně viditelná špatná výroba výlisku. Výlisek může být naprosto zdeformován. Urychlení výroby se nevyplácí, jelikož si více uškodíme, než pomůžeme. K urychlení výroby většinou dochází, při zjištění malého počtu vyrobených dílů pro odběratele a ve zpožděných objednávkách. Těmto chybám chceme předejít. Lidský faktor chybí, ale stroj také.



Obr. 3.2 Správný a požadovaný tvar bočnice.

Obr. 3.3 nám ukazuje, jak vypadá špatná výroba výlisku. K těmto vadám nemusí docházet jenom z důvodu zrychlení výroby, ale může docházet vlivem, špatného zacházení s formou nebo se strojem.

**U formy to mohou být chyby jako:**

- nedostatečného odvzdušnění formy,
- vysoká teplota formy,
- malá uzavírací síla,
- netěsnost formy atd.

**U stroje to mohou být příčiny chyb:**

- nízký vstřikovací tlak,
- nedostatečně vysušený granulát, cizí polymery,
- přehřátá tavenina,
- vadná uzavírací tryska atd.

Závady pak mohou být, jak vidíme na obr. 3.3, kde jsou viditelné paprsky taveniny, tokové čáry kolem vtoku, v padliny, přetoky až konečná deformace.



Obr. 3.3 Nesprávný a zdeformovaný tvar bočnice.

### 3.3 Návrh doporučení

Cílem tohoto návrhu je najít opatření a prakticky ověřit účinné zásahy do procesu vstřikování s cílem splnění požadavků zákazníků na konečný výrobek. Tohoto cíle bude dosaženo na základě splnění těchto úkolů, jako je třeba návrh opatření pro větší kontrolu výroby.<sup>18</sup>

#### **Navrhla bych opatření, která by zajišťovala větší kontroly v oblasti:**

- Neúplný výstřik
- Přetoky, přestřiky, otřepy
- Propadliny, vztaženiny, zvlnění
- Zborcení a deformace výstřiku
- Změna barvy materiálu, barevné pruhy
- Nedostatečný lesk, rozdíly v lesku, matný povrch
- Jemně rýhovaný nebo pórovitý povrch
- Trhlinky, mikrotrhliny
- Tokové čáry
- Žloutnutí až hnědnutí materiálu
- Spáleniny
- Tmavé až černé body nebo skvrny na povrchu

Tyto návrhy budu aplikovat na vybraném výlisku bočnice. Nejprve se zaměřím na vady zjevné a povrchové, viditelné hned na pohled. Dalším krokem návrhu bude zaměření na vady skryté, které se poznávají obtížně těžko, týká se to těchto vad.

#### **Mohou to být vady:**

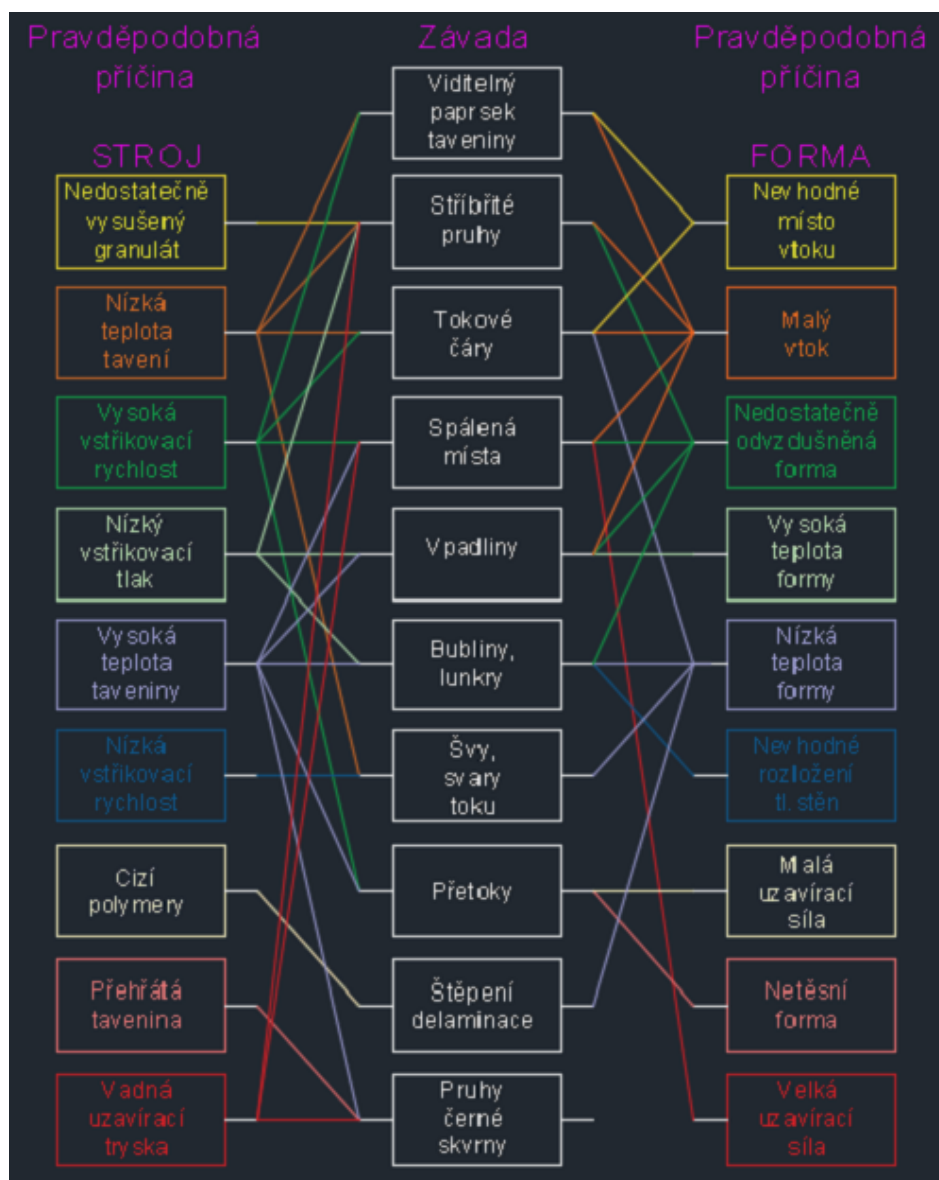
- Vnitřní pnutí, samovolná deformace výstřiku
- Studené spoje
- Vakuové bubliny, staženiny
- Zvýšená křehkost, zvýšená citlivost k rázovému namáhání

---

<sup>18</sup> ARBURG spol. s r.o., Termoplasty v praxi, str. 42



Na obr. 3.4 jsou zobrazeny hlavní závady při vstřikování, které vyplívají z praktických zkušeností. Bude to naše menší vodítko, jak přijít na chyby při vstřikování při výrobě zvolené bočnice.



Obr. 3.4 Hlavní závady při vstřikování. [8]

## **4. Praktické ověření navržených opatření včetně vyhodnocení**

V kapitole 3.3 vyplívá, jaké typy kontrol výroby budu ověřovat. Zaměřím se na jejich praktické ověření, navrhnou účinná řešení a na konec ukážu návrh konečného řešení.

### **4.1 Praktické ověření**

Praktickým ověřením, bych začala u vad zjevných (A). K vadám zjevným patří i vady povrchu (B), tyto vady se dají rozpoznat na pohled a dá se jejich příčina snadněji odstranit než u vad skrytých (C).

#### **A. Zjevné vady**

- **Neúplný výstřik**

1. Tavenina na trysce zatéká
  - seřídít souosost a dosed trysky na vtokovou vložku
2. Nastavení nadměrného chlazení,
  - prověření rozložení teplot ve formě nebo upravit rozložení kanálů
3. Nedostatečné dávkování taveniny
  - zvětšit dávku taveniny

- **Přetoky, přestřiky, otřepy**

1. Velké množství dávky materiálu
  - seřízení dávkování, případně prověřit sypkost a hmotnost granulátu
2. Nízká uzavírací síla
  - zvětšit uzavírací sílu nebo větší stroj
3. Nečistoty v dělicí rovině formy
  - nečistoty odstranit a formu očistit

- **Propadliny, vztaženiny, zvlnění**

1. hmota obsahovala vlhkost
  - vlhkost ve hmotě vysušíme podle pokynů výrobce
2. Nízký tok taveniny
  - použít hmotu s vyšším tokem taveniny
3. Plastikační výkon je malý
  - zvýšit výkon plastikace
4. Příliš vysoká nebo nízká teplota formy
  - optimalizovat formu s ohledem na ostatní tech. podmínky a tvar výstřiku
5. Tavenina předčasně zmrzne v trysce
  - zkontrolovat teplotu trysky, je nutno volit trysku s větším průměrem otvoru

- **Zborcení a deformace výstřiku**

1. Hmota je příliš tekutá
  - nastavení menšího toku taveniny
2. Výstřik se upne na formu
  - forma se musí natřít separačním prostředkem
3. Výstřik se deformuje vzniklým vakuem
  - ve formě zhotovit od vzdušňovací kanálky
4. Deformace při vyhazování z formy
  - na výstřiku nejsou dostatečné úkosy nebo jsou na něm dokonce pod kosy
5. Výstřik není při vyhazování dost tuhý
  - nutno prodloužit dobu chlazení, zvýšit intenzitu chlazení
6. Výstřik obsahuje vysoké vnitřní pnutí
  - zvýšit teplotu taveniny, snížit vstřikovací tlak a dotlak

## **B. Povrchové vady**

- **Změna barvy materiálu, barevné pruhy**

1. Tepelně máslo stabilní materiál, přísada
  - reklamovat u výrobce nebo použít stabilnější typ plastu
2. Nerovnoměrné rozdělení pigmentu v celém proudu taveniny
  - použít šnek s delší hnětací zónou

3. Příliš malá koncentrace barviva

- upravit poměr barviva a plastu

- **Nedostatečný lesk, rozdíly v lesku, matný povrch**

1. Vlhký materiál nebo znečištěný materiál

- kontrola vlhkosti a kontrola při dopravě a manipulaci s materiálem

2. Malá nebo nerovnoměrná vstřikovací rychlost

- nutno optimalizovat vstřikovací rychlost

3. Povrch formy je smáčen vodou nebo olejem

- prověřit příčiny znečištění a odstranit

- **Stříbření**

1. Nepřípustně vysoká vlhkost materiálu

- vysušit materiál podle pokynů výrobce

2. Vysoká teplota taveniny, vstřikovacího tlaku, vstřikovací rychlosti a dotlaku

- nutno všechny složky snížit

- **Jemně rýhovaný nebo pórovitý povrch**

1. Nedostatečné dávkování

- dávkování se musí zkontrolovat a zvýšit

2. Malá hnětací práce při plastikaci

- zvětšit protitlak a otáčky šneku, prodloužit dobu plastikace

3. Nízká teplota taveniny a formy

- zvýšit a provést rekonstrukci

- **Trhlínky, mikrotrhlínky**

1. Nerovnoměrné chlazení formy

- rekonstruovat temperanční systém

2. Vnitřní pnutí ve výstřiku způsobené nízkou teplotou taveniny

- zvýšit teplotu taveniny a prodloužit dobu plastikace

3. Tvar výstřiku není správně navržen

- musí se dodržet pravidla navrhování výstřiků

- **Tokové čáry**

1. Nedostatečně toková vlastnost plastu
  - použít materiál s vyšším tokem taveniny
2. Nedostatečně tepelná stabilita materiálu
  - nutno reklamovat materiál u výrobce

- **Žloutnutí až hnědnutí materiálu**

1. Nedostatečná stabilita materiálu a barviva
  - reklamace materiálu u výrobce
2. Znečištění materiálu
  - použít jiný materiál
3. Malý podíl maziva v materiálu
  - přidat mazivo nebo případně reklamovat u výrobce

- **Místní spálení materiálu v důsledku komprese vzduchu**

1. Příliš nízká viskozita taveniny
  - použít hmotu s nižším tokem taveniny
2. Příliš velká uzavírací síla
  - snížit uzavírací sílu

- **Tmavé až černé body nebo skvrny na povrchu**

1. Znečištěný granulát
  - použít jiný materiál, odstranit zdroj znečištění
2. Příliš vysoký protitlak
  - nutno protitlak snížit
3. Nevhodný typ šneku
  - šnek vyměnit podle druhu hmoty

## C. Skryté vady

- **Vnitřní pnutí**

1. Nerovnoměrně prohřátá dávka taveniny
  - zvýšit vstřikovací tlak, protitlak a dobu plastikace, nutno seřídít teplotu v jednotlivých pásmech komory
2. Vysoký vstřikovací tlak, protitlak, doba vstřiku, doba dotlaku
  - nutno všechno snížit

- **Studené spoje**

1. Nedostatečně tekutý materiál
  - použít typ s vyšším tokem taveniny
2. Vlhkost materiálu
  - sušit podle předpisu výrobce
3. Použití nevhodného separátoru
  - očistit povrch formy a zvolit jiný separátor

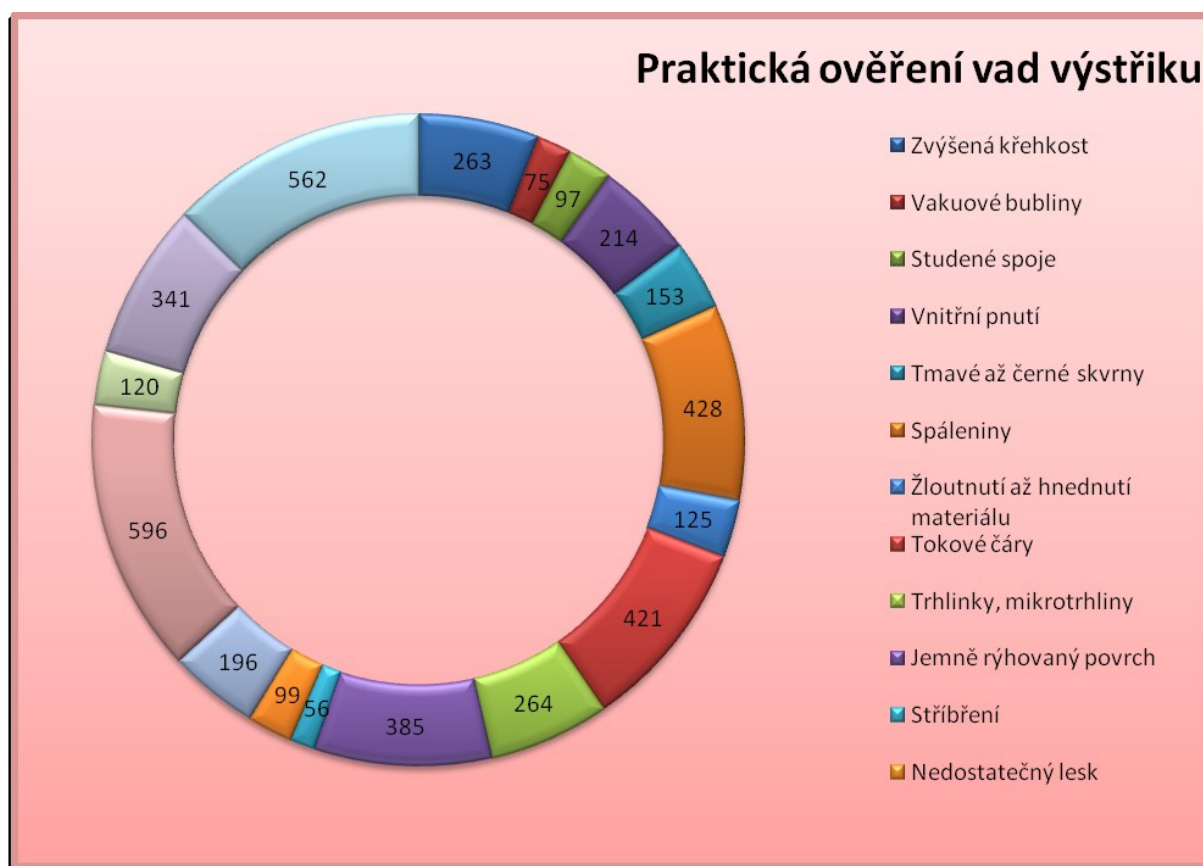
- **Vakuové bubliny**

1. Nízký vstřikovací tlak nebo dotlak
  - zvýšit vstřikovací tlak a dotlak
2. Krátká doba dotlaku nebo chlazení výstřiku ve formě
  - prodloužit dotlak a chlazení

- **Zvýšená křehkost**

1. Nepřípustná vlhkost materiálu
  - vysušit materiál podle výrobce a zabránit zpětnému navlhání
2. Příliš velký podíl práškového plniva
  - upravit složení materiálu
3. Krátká doba plastikace
  - nutno prodloužit
4. Nízká teplota trysky a teploty taveniny
  - zvýšit obě složky

Tyto vady, z předešlé výroby (Graf č. 6) byly vyzkoušeny na vstřikovacím lisu. Aplikovali jsme zkoušku výstřiků na 1000 ks. Zkoušení bylo v mnoha ohledech přínosné. Závady při vstřikování byly v přilepení výlisku k formě, zde vznikalo mnoho špatných výlisků, tento problém jsme vyřešili přidáním k materiálu separační látky, tato látka pomohla formu lépe vyleštit nebo případně, na chromovat tvarovou dutinu formy. Dalším faktorem závady vstřikování bylo, ve špatném nastavení příliš velké dávky, tento krok jsme opravili tím, že jsme snížili velikost dávky. Všechna předešlá praktická ověření se nám vyplatila z důvodu zjištění více variant řešení, při některých potížích při vstřikování jsme přišli na lepší varianty odstraňování problémů, jako třeba při vyhazování výlisků z formy. U této metody jsme se rozhodli snížit dobu ochlazování výstřiku ve formě, změnili jsme přepnutí vstřikovacího tlaku, a upravili jsme teplotu formy. Výsledek se zlepšil o 30 %.

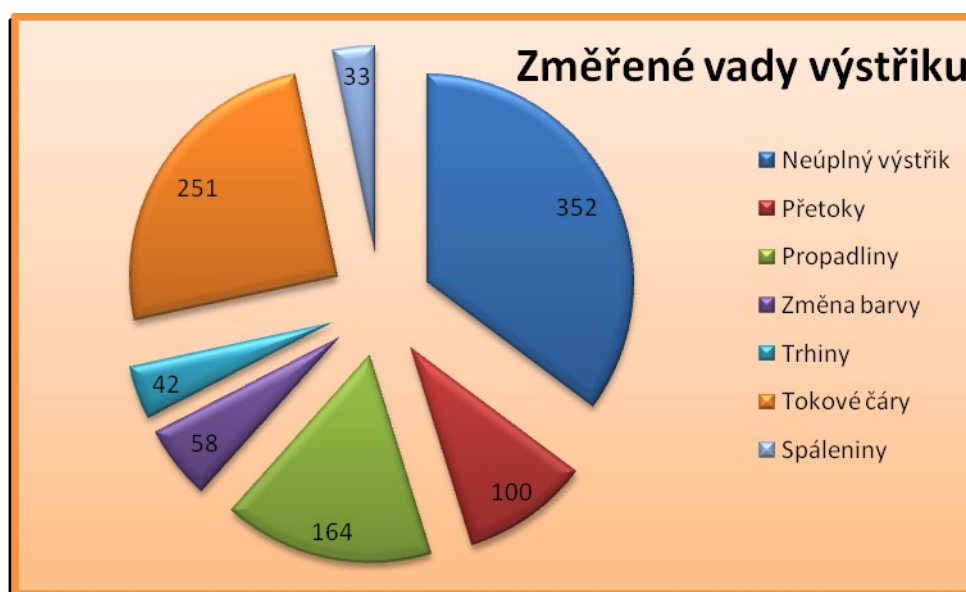


Graf č. 6 Praktická ověření vad výstřiku.



## 5. Celkové zhodnocení

V diplomové práci jsem se zabývala návrhem na zlepšení jakosti finálních výrobků. Především jsem se zaměřila na techniku vstřikovací výroby. Vstřikovací výroba byla odzkoušena na vybraném představiteli bočnice, která byla ve výrobě často označována za velmi často neshodný výlisek. Tvar bočnice nebyl shodný s požadavky od odběratele. Bočnice měla hodně nedostatků, týkající se propadlin, přetoků, trhlin, neúplné barvy, tokových čar, spálenin, zvýšené křehkosti i celkové deformace. Odzkoušela jsem výlisek bočnice na 1000 ks, abych zjistila příčiny vad přímo na vstřikovacím lisu. Zkoušení probíhalo na firmě ve výrobní hale. Nejčastější vada výlisku, byla v neúplném výstřiku, tato vada byla zjištěna při nedostatečném dávkování taveniny, odstranění spočívalo v kontrole dávky a následně ke zvětšení dávky taveniny. Vznik propadlin, byla také častá vada výstřiku, která vznikala příliš velkou dávkou taveniny, kterou jsme následně seřídili a hlavně jsme prověřili granulát. Tokové čáry byly v závadě materiálu, její odstranění bylo v použití materiálu s vyšším tokem taveniny. Odzkoušené vady výstřiku bočnice, jsou na grafu č. 7, kde je dobře vidět, jaké druhy vad a v jakém množství neshodných výlisků byly při zkoušení.



Graf č. 7 Změřené vady výstřiku na počtu 1000ks.

V důsledku kontroly měření byly zjištěny nedostatky z předešlé výroby. Neshodná výroba výlisků bočnice spočívala ve špatné kontrole materiálu, ale hlavně ve špatném seřízení vstřikovacího stroje. Aplikovala jsem dostatek kusů výlisků, abych zjistila, že nejčastější vady jsou, když nedáváme pozor na šnekový válec, který tlačí taveninu k trysce.

Skoro 60% neshodných výlisků je zaviněno špatným roztavením taveniny ve šnekovém válci. Kolem 30% je neshoda výlisků z důvodů, špatné kontroly formy. Zbýlých 10% je znečištění stroje, jako prach, usazeniny ze špatně odstraněné taveniny, mazivo atd.

Před aplikací byla neshodná výroba bočnic v rozsahu 55%. Reklamace nebyly časté, ale ztráty byly finančního rázu, z důvodu časté výroby bočnic. Náklady se zvyšovaly vzhledem k častějším objednávkám režijního materiálu pro výrobu, k provozním nákladům a hlavně častěji placeným přesčasům seřizovače. Po aplikaci návrhu, pro častější kontroly vstřikovacího stroje, se ztráty zmenšily o 30%. Změna granulátu byla velmi příznivá, nebyly časté opravy šnekového válce, z důvodu špatného nahřátí taveniny. Ztráty byly minimalizovány, ale nepodařilo se mi je nulovat. Jednou větou bych řekla, že navržené opatření výrobu zlepšilo o 60%, je to velký přínos pro velké omezení neshodné výroby výlisků.

Navrhla bych, aby se v metodách zlepšení jakosti nadále pokračovalo, zvláště u nových výrobků a dosud neprováděných technologických operací. Využitím těchto metod lze dosáhnout výrazného snížení nákladů a menší spotřeby nežádoucích výlisků.

## 6. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout zlepšení jakosti procesu vstřikování při výrobě součástí. Především jsem se zaměřila na techniku vstřikovací výroby. Z vybraného sortimentu jsem si vybrala nejčastěji neshodný výlisek, bočnici. Bočnice měla nedostatky v častých propadlinách, přetocích, trhlinách, neúplné barvy, tokových čár, spáleninách, zvýšené křehkosti i v celkové deformaci. Výlisek bočnice jsem srovnávala na firmě ve výrobní hale s počtem odzkoušených výlisků na 1000 ks, abych zjistila příčiny vad přímo na vstřikovacím lisu.

Nejčastější vady byly (viz. Graf č. 7). Neshodná výroba výlisků bočnice spočívala ve špatné kontrole materiálu, ale hlavně ve špatném seřízení vstřikovacího stroje. Skoro 60% neshodných výlisků je zaviněno špatným roztavením taveniny ve šnekovém válci. Kolem 30% je neshoda výlisků z důvodů, špatné kontroly formy. Zbýlých 10% je znečištění stroje, prach, usazeniny ze špatně odstraněné taveniny, mazivo atd. Ztráty byly minimalizovány. Navržené opatření pro častější kontroly vstřikovacího stroje výrobu zlepšilo o 60%, je to velký přínos pro velké omezení neshodné výroby výlisků.

Na základě těchto dosažených výsledků, bych navrhla, aby se v metodách zlepšení jakosti nadále pokračovalo, zvláště u nových výrobků a dosud neprováděných technologických operací. Využitím těchto metod lze dosáhnout výrazného snížení nákladů a menší spotřeby nežádoucích výlisků. Nesmíme usnout na vavřínech, abychom technologii vstřikování nadále zlepšovali.

## Použitá literatura

- [1] BRUMMEL, M. a kol. *Rozměrové přesné výrobky z plastů*. Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, Praha 1977, 210 s.
- [2] KOLOUCH, J. *Strojní součásti z plastů*. SNTL, Praha 1981, 197s.
- [3] NEUHAUSL, E. *Vstřikování plastických hmot*. Praha. 1973, 208s. ISBN 04-608-73
- [4] ZEMAN, L. *Vstřikování plastů: úvod do vstřikování termoplastů*. Praha: BEN-technická literatura. 2009, 247s. ISBN 978-80-7300-250-3
- [5] ZEMAN, L. *Vstřikování plastů*. Praha: BEN-technická literatura. 2009, 248s. ISBN 978-80-7300-250-3
- [6] ČSN ISO 690. *Bibliografické citace*. Obsah, forma a struktura. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

## Firemní literatura

- [7] APplastic s.r.o., *Technická provozní dokumentace vstřikolisu*.  
<http://www.applastic.cz>
- [8] ARBURG s.r.o., *Malý průvodce vstřikováním*.  
<http://www.arburg.com>
- [9] Garsys s.r.o., *Firemní materiály*.  
<http://www.garsys.cz>
- [10] [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud\\_materialy/tzn/c5/Navlhavost.pdf](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/tzn/c5/Navlhavost.pdf)

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce paní Ing. Šárce Tiché, Ph.D., za její drahocenný čas, užitečné rady a připomínky při vypracování této diplomové práce.

Ještě bych také chtěla poděkovat řediteli společnosti GARSYS s.r.o. panu Tomášovi Saranovi a vedoucímu výroby na vstřikovacím stroji panu Fongusovi za poskytnutí důležitých informací k vypracování této diplomové práce a hlavně propůjčení firemních údajů.

V neposlední řadě moc děkuji Kamilovi a svým dcerám za trpělivost, ale hlavně tchýni a tchánovi za hlídání dcer, bez toho by nebyla napsána tato diplomová práce, děkuji za velikou pomoc a pochopení.

## Seznam obrázků

Obr. 1.1 Vstřikovací stroj TEDERIC TRX 200 [9] .....	8
Obr. 1.2 Schéma šnekového vstřikovacího stroje s kloubovým uzávěrem [3] .....	9
Obr. 1.3 Schéma 1.Cyklus šnekového stroje [3] .....	10
Obr. 1.4 Schéma 2.Cyklus šnekového stroje [3] .....	10
Obr. 1.5 Schéma 3.Cyklus šnekového stroje [3] .....	10
Obr. 1.6 Zařízení k testu TVI .....	11
Obr. 1.7 Halogenový analyzátor .....	11
Obr. 1.8 Viditelné smršťení na schodnici .....	12
Obr. 1.9 Časový průběh standartního vstřikovacího cyklu [8] .....	13
Obr. 1.10 Schéma funkční části šneku [3] .....	14
Obr. 1.11 Část šneku.....	14
Obr. 1.12 Prodloužená část trysky - špička.....	15
Obr. 1.13 Uložení trysky do formy .....	15
Obr. 1.14 Otvor vtokové vložky formy.....	16
Obr. 1.15 Uložení vstřikovací trysky se šnekem .....	16
Obr. 1.16 Správné uložení trysky do formy [3] .....	16
Obr. 1.17 Forma .....	18
Obr. 1.18 Levá strana formy .....	18
Obr. 1.19 Pravá strana formy .....	18
Obr. 1.20 Snímač pohybu.....	19
Obr. 1.21 Vady výstřiku .....	20
Obr. 1.22 Ochrana proti opotřebení .....	21
Obr. 1.23 GB 608 s přísadou barviv .....	22
Obr. 1.24 PP .....	22
Obr. 1.25 Namixovaná drť .....	22
Obr. 1.26 Kontrolní panel vstřikovacího lisu.....	23
Obr. 1.27 Kontrolní panel vstřikovacího lisu, uložení dat bočnice .....	24
Obr.2.3 Bočnice.....	26
Obr. 2.4 Schodnice [9].....	27
Obr. 2.5 Rozměry žebříku [9].....	27
Obr. 2.6 Návrh žebříku nakreslený v grafickém programu SolidWorks [9] .....	28
Obr. 2.7 Návrh bočnice nakreslené v grafickém programu SolidWorks [9].....	28
Obr. 2.8 Návrh montáže bočnice nakreslené v ggrafickém programu SolidWorks [9] .....	28
Obr. 2.9 Montáž kotvy [9] .....	29

Obr. 2.10 Montáž tělesa žebříku [9].....	30
Obr. 2.11 Vzhled schodnice Slim a Standard [9].....	31
Obr. 3.1 Vzor evidenčního výrobního listu .....	33
Obr. 3.2 Správný a požadovaný tvar bočnice .....	37
Obr. 3.3 Nesprávný a zdeformovaný tvar bočnice .....	38
Obr. 3.4 Hlavní závady při vstřikování [8] .....	40

## Seznam grafů

Graf č. 1 Průběh výroby v roce 2011 .....	34
Graf č. 2 Průběh výroby v roce 2012 .....	34
Graf č. 3 Průběh výroby v roce 2013 .....	35
Graf č. 4 Průběh nekvalitních výlisků .....	35
Graf č. 5 Simulace dodržení přesné rychlosti výroby. ....	36
Graf č. 6 Praktická ověření vad výstřiku.....	46
Graf č. 7 Změřené vady výstřiku na počtu 1000ks. ....	47

## Přílohy

Příloha A .....	výkres bočnice č. v. V BZSCH-003
-----------------	----------------------------------